

**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**DESAIN KONSEPTUAL INOVASI DRUM KONVENSIONAL  
MENJADI DRUM HEKSAGONAL UNTUK PENGANGKUTAN  
MUATAN CURAH YANG DIANGKUT DENGAN PETI  
KEMAS**

**FARENDY ARLIUS**  
**N.R.P. 4110 100 012**

Dosen Pembimbing  
Murdjito, M.Sc. Eng.  
Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**  
**Fakultas Teknologi Kelautan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya**  
**2015**

**FINAL PROJECT - MN 141581**

**CONCEPTUAL DESIGN INNOVATION CONVENTIONAL  
DRUM BECOME HEXAGONAL DRUM FOR BULK CARGO  
FREIGHT TRANSPORTED BY CONTAINER**

**FARENDY ARLIUS**  
**N.R.P. 4110 100 012**

Supervisor  
Murdjito, M.Sc. Eng.  
Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING**  
**Faculty of Marine Technology**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya**  
**2015**



## LEMBAR REVISI

# DESAIN KONSEPTUAL INOVASI DRUM KONVENSIONAL MENJADI DRUM HEKSAGONAL UNTUK PENGANGKUTAN MUATAN CURAH YANG DIANGKUT DENGAN PETI KEMAS

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Keahlian Transportasi Laut  
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

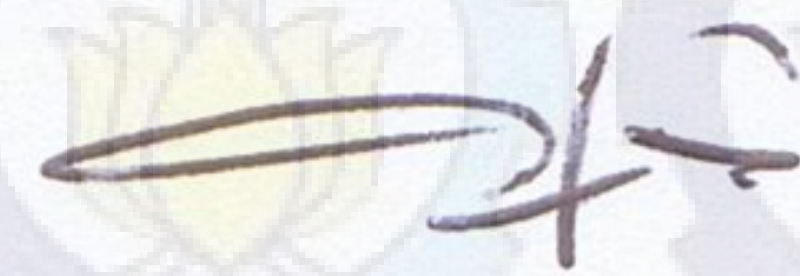
Oleh:

**FARENDY ARLIUS**

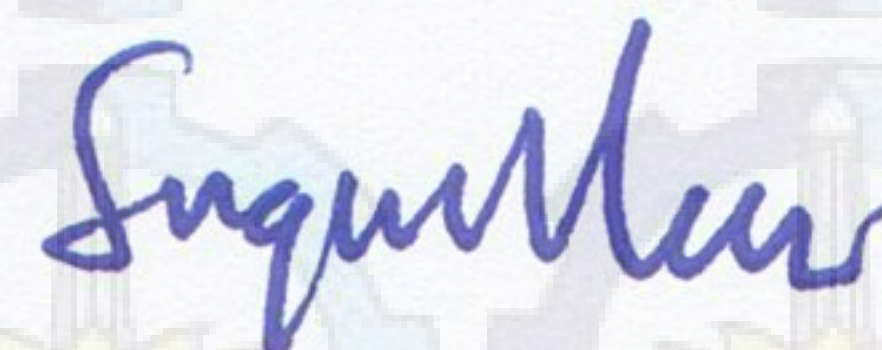
N.R.P. 4110 100 012

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

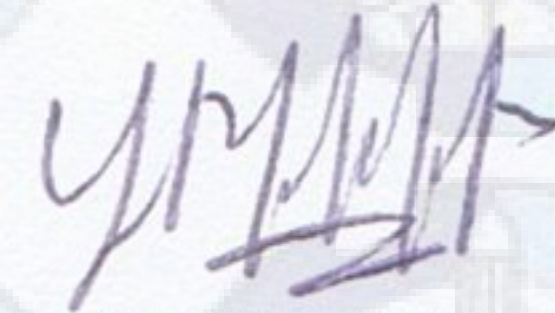
1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.



2. Erik Sugianto, S.T., M.T.

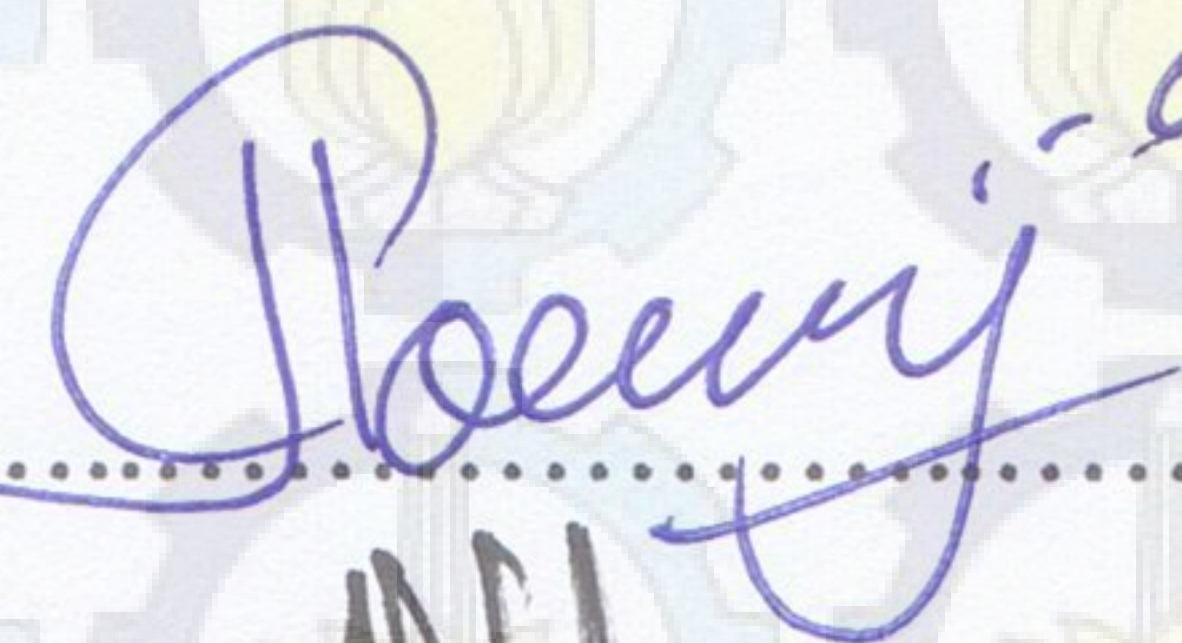


3. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

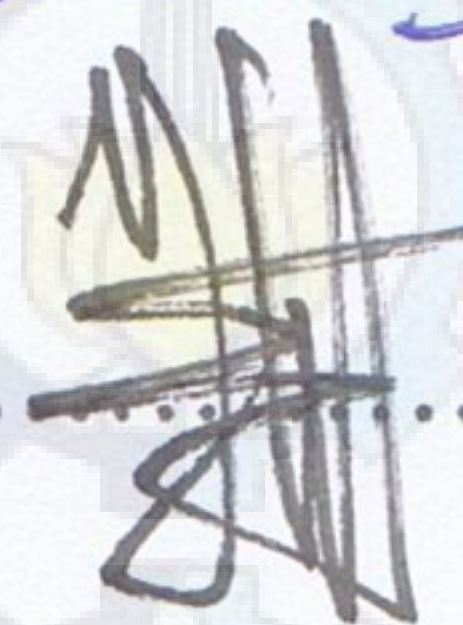


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Murdjito, M.Sc. Eng.



Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.



SURABAYA, JANUARI 2015



## **Desain Konseptual Inovasi Drum Konvensional Menjadi Drum Heksagonal untuk Pengangkutan Muatan Curah yang Diangkut dengan Peti Kemas**

Nama Mahasiswa : Farendy Arlius

NRP : 4110 100 012

Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing : Murdjito, M.Sc. Eng.

### **ABSTRAK**

Pada pengangkutan muatan curah yang menggunakan jasa kapal peti kemas, drum dimasukkan dan ditata terlebih dahulu di dalam peti kemas. Meskipun telah ditata, bentuk drum konvensional yang digunakan mengakibatkan ruang kosong (*broken stowage*). Agar ruang kosong tersebut bisa dikurangi, bentuk drum konvensional diubah menjadi heksagonal. Tujuan penelitian ini antara lain: mengetahui pengurangan *broken stowage*, menghitung perbandingan muatan yang diangkut, menghitung perbandingan biaya produksi, mengetahui perbandingan biaya angkut dan mendesain drum heksagonal yang paling efektif dan efisien untuk diimplementasikan di dunia nyata. Metode yang digunakan untuk memilih drum terbaik adalah dengan menggunakan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan software *Expert Choice*. Hasil perhitungan AHP menunjukkan bahwa kriteria *broken stowage* sangat perlu diperhatikan dalam kasus pengangkutan drum dengan peti kemas. Untuk penggunaan drum heksagonal di dalam satu peti kemas 20 ft bisa mengurangi *broken stowage* hingga 37 % atau dengan kata lain mampu mengangkut 52 drum lebih banyak daripada penggunaan drum konvensional. Untuk kasus pemenuhan permintaan drum aspal di NTT tahun 2009 dengan permisalan 100% komposisi drum heksagonal, biaya produksi drum heksagonal lebih mahal 2,58% daripada drum konvensional. Namun pemakaian drum heksagonal bisa mengurangi biaya transportasi sampai 39% baik untuk transportasi darat maupun transportasi laut.

Kata Kunci: Drum, *Broken Stowage*, Heksagonal, Muatan Curah, Peti Kemas



# **Conceptual Design Innovation Conventional Drum Become Hexagonal Drum for Bulk Cargo Freight Transported by Container**

Author : Farendy Arlius  
ID No. : 4110 100 012  
DePT / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering /  
Marine Technology  
Supervisors : Murdjito, M.Sc. Eng.

## **ABSTRACT**

In the transport of bulk cargo that using the service of container ship, drums inserted and arranged in the container. Although it has been laid out, the form of konvensional drum resulting empty space (broken stowage). In order that empty space can be reduced, the form of conventional drum must be converted into hexagonal. The purpose of this study include: knowing the reduction of broken stowage, calculate the ratio of cargo, calculate the ratio of the production costs and transport costs, make a the hexagonal drum design that effective and efficient for implemented in the real world. The method used to select the best drum approach is the Analytical Hierarchy Process (AHP) with Expert Choice software. AHP calculation results that the criteria for broken stowage very necessary to be considered in the case of container transport drum. Hexagonal drum in one 20 ft container can reduce broken stowage up to 37% or in other words capable transporting 52 drums more than the use of conventional drum. For the case of fulfillment asphalt drum demand in NTT in 2009 with 100% hexagonal drum composition, costs production of hexagonal drum 2.58% more expensive than conventional drums. However, the use of hexagonal drum could reduce transportation costs up to 39% for land transportation and sea transportation.

**Keywords:** Drum, Broken Stowage, hexagonal, Bulk Cargo, Container



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Atas izin Allah SWT, penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Desain Konseptual Inovasi Drum Konvensional Menjadi Drum Heksagonal untuk Pengangkutan Muatan Curah yang Diangkut dengan Peti Kemas.”**. Kemudian penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Murdjito, M.Sc. Eng dan mas Hasan Iqbal Nur, S.T,M.T selaku dosen pembimbing yang telah sabar selama memberikan bimbingan pengerjaan tugas akhir ini. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta: Amirudin (Ayah) dan Ratni Holijah (Emak), terimakasih atas dukungan dan do'a tulus kalian yang samudera pun tak mampu menandinginya.
2. 'Pak Lek' Ade Junifar, terima kasih telah menjadi sahabat yang setia dalam suka dan duka.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D, Bapak I.G.N Sumanta Buana, ST, M.Sc, Bapak Dr. Ing. Setyo Nugroho, Bapak Firmanto Hadi, ST.,M.Sc, bapak Eka Wahyu Ardhi, ST.,MT, mas Erik Sugianto, ST.,MT, mas Irwan Tri Yuniarto, ST.,MT, mas Achmad Mustakim, ST.,MBA selaku dosen pengajar Program Studi Transportasi Laut atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Mas Tatak Setiadi, S.Hum yang telah turut membantu penulis dalam hal administratif, terutama pada saat membuat surat pengantar untuk pengambilan data.
5. Keluarga besar beastudi Etos Surabaya
6. Keluarga besar BEM ITS 2013-2014
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan tidak sekedar menjadi tiket lulus semata. Semoga penelitian ini ada yang meneruskan.

Kemudian penulis juga mohon maaf bila terdapat kesalahan baik isi maupun penulisan.

Surabaya, Januari 2015

Farendy Arlius



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR REVISI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
Bab 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Hipotesis Awal .....	3
1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	3
Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Drum .....	5
2.2. Aspal .....	5
2.3. Peti Kemas .....	6
2.4. Kapal Peti Kemas .....	8
2.5. Bentuk Heksagonal .....	9
2.6. Keunggulan Heksagonal sebagai Inovasi Bentuk Drum Konvensional .....	10
2.7. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) .....	11
2.7.1. Prinsip-Prinsip AHP .....	12
2.7.2. Kelebihan AHP .....	13
2.7.3. Kelemahan AHP .....	13



Bab 3.	METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	15
Bab 4.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1.	Kajian Potensi Drum yang Diangkut dengan Peti Kemas .....	19
4.1.1.	Demand Drum Aspal di NTB .....	20
4.1.2.	Demand Drum Aspal di NTT .....	21
4.1.3.	Demand Drum Aspal di Maluku .....	21
4.1.4.	Demand Drum Aspal di Maluku Utara .....	22
4.1.5.	Demand Drum Aspal di Papua Barat .....	23
4.1.6.	Demand Drum Aspal di Papua .....	23
4.1.7.	Total Demand Drum Aspal .....	24
4.2.	Analisis Pemilihan Drum.....	25
4.2.1.	Penyusunan Hirarki .....	25
4.2.2.	Pengisian Kuesioner .....	26
4.2.3.	Proses Pengambilan Keputusan dengan Expert Choice .....	28
4.2.4.	Penilaian Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL).....	32
4.2.5.	Penilaian Shipper.....	33
4.2.6.	Penilaian Shipping.....	33
4.2.7.	Penilaian Perusahaan Bongkar –Muat (PBM ).....	33
4.2.8.	Penilaian Produsen Drum .....	34
4.2.9.	Penilaian Akademisi.....	34
4.2.10.	Kombinasi Semua Responden .....	34
4.2.11.	Analisis Sensitifitas.....	35
4.3.	Perhitungan Perbandingan Broken Stowage.....	36
4.3.1.	Peti Kemas Pilihan .....	36
4.3.2.	Drum Konvensional yang Digunakan .....	36
4.3.3.	Drum Heksagonal.....	37
4.3.4.	Perbandingan Batas .....	38
4.3.5.	Uji Dimensi .....	38
4.3.6.	Visual Kondisi Susunan Drum .....	39
4.3.7.	Perbandingan Nyata.....	40
4.3.8.	Kesimpulan Perhitungan Perbandingan Drum .....	40



4.4.	Kelayakan Kekuatan Struktur .....	41
4.4.1.	Kelayakan Kekuatan Struktur Drum Heksagonal .....	41
4.4.2.	Kelayakan Kekuatan Struktur Drum Tetragonal .....	42
4.5.	Kelayakan Berdasarkan Batas Berat Muatan Satu Peti Kemas .....	42
4.6.	Perbandingan Banyak Muatan yang Diangkut .....	43
4.7.	Perbandingan Biaya Transportasi Darat .....	44
4.8.	Perbandingan Biaya Transportasi Laut .....	45
4.9.	Perbandingan Biaya Bahan Baku .....	46
4.9.1.	Biaya Bahan Baku Drum Konvensional .....	47
4.9.2.	Biaya Bahan Baku Drum Heksagonal .....	47
4.9.3.	Kesimpulan Pebandingan Biaya Bahan Baku .....	48
4.10.	Perbandingan Biaya Bahan Baku dan Keuntungan Transportasi .....	49
Bab 5.	Analisa Teknis dan Model Drum Heksagonal .....	51
5.1.	Proses Fabrikasi Drum Heksagonal .....	51
5.2.	Handling Drum Heksagonal .....	52
5.3.	Model Drum Heksagonal .....	54
Bab 6.	Kesimpulan dan Saran .....	57
6.1.	Kesimpulan .....	57
6.2.	Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		59
LAMPIRAN A .....		60
LAMPIRAN B .....		61
LAMPIRAN C .....		63
LAMPIRAN D .....		65
LAMPIRAN E .....		66
LAMPIRAN F .....		67
LAMPIRAN G .....		68
LAMPIRAN H .....		69
LAMPIRAN I .....		70
LAMPIRAN J .....		71
LAMPIRAN K .....		72



LAMPIRAN L.....	73
LAMPIRAN M.....	74
LAMPIRAN N.....	75
LAMPIRAN O.....	76
LAMPIRAN P.....	77
LAMPIRAN Q.....	78
LAMPIRAN R.....	79
LAMPIRAN S.....	80
LAMPIRAN T.....	81
LAMPIRAN U.....	82
LAMPIRAN V.....	83
LAMPIRAN W.....	84
LAMPIRAN X.....	85
LAMPIRAN Y.....	86
LAMPIRAN Z.....	87
BIODATA PENULIS.....	89



## DAFTAR TABEL

Tabel 2:1 Ukuran Standar Peti Kemas .....	7
Tabel 2:2 Kategori Kapal Peti Kemas dan Kapasitasnya .....	9
Tabel 4:1 Data untuk Perhitungan Kebutuhan Aspal .....	19
Tabel 4:2 Kebutuhan Aspal Indonesia wilayah Timur tahun 2009 .....	20
Tabel 4:3 Petunjuk Pengisian Kuesioner .....	28
Tabel 4:4 Dimensi Peti Kemas ukuran 20 ft .....	36
Tabel 4:5 Dimensi Drum Konvensional .....	36
Tabel 4:6 Dimensi Drum Heksagonal .....	37
Tabel 4:7 Perbandingan Batas .....	38
Tabel 4:8 Uji Dimensi .....	38
Tabel 4:9 Perbandingan Nyata .....	40
Tabel 4:10 Perhitungan Kelayakan Kekuatan Struktur .....	41
Tabel 4:11 Perhitngan Kelayakan Struktur Drum Tetragonal .....	42
Tabel 4:12 Perhitungan Berat Masing-masing Drum .....	43
Tabel 4:13 Kelayakan Berat Muatan .....	43
Tabel 4:14 Perbandingan Kemampuan Angkut, Muatan Solar .....	43
Tabel 4:15 Perbandingan Kemampuan Angkut, Muatan Aspal .....	44
Tabel 4:16 Penurunan Biaya Angkut Transportasi Darat .....	44
Tabel 4:17 Penurunan Biaya Angkut Transportasi Laut .....	45
Tabel 4:18 Dimensi Luar Drum Konvensional .....	46
Tabel 4:19 Dimensi Luar Drum Heksagonal .....	46
Tabel 4:20 Perhitungan Kebutuhan Plat dan Biaya Bahan Baku Drum Konvensional ..	47
Tabel 4:21 Perhitungan Kebutuhan Plat dan Biaya Bahan Baku Drum Heksagonal ....	48
Tabel 4:22 Perbandingan Biaya Bahan Baku .....	48
Tabel 4:23 Peningkatan Biaya Bahan Baku .....	48
Tabel 4:24 Perbandingan Biaya Bahan Baku dan Keuntungan Transportasi .....	49
Tabel 5:1 Ukuran Raw Material Drum .....	51
Tabel 5:2 Dimensi Drum Heksagonal .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1:1 Broken Stowage.....	1
Gambar 2:1 Drum.....	5
Gambar 2:2 Aspal Curah.....	6
Gambar 2:3 Peti Kemas Ukuran 20 ft.....	8
Gambar 2:4 Kapal Peti Kemas.....	8
Gambar 2:5 Bentuk Heksagonal.....	9
Gambar 2:6 Bentuk Segi Tiga, Segi Empat dan Segi Enam.....	10
Gambar 2:7 Segi Delapan.....	10
Gambar 2:8 Perbandingan Luas Ruang Segi Enam, Segi Empat dan Segi Tiga.....	11
Gambar 2:9 Struktur Hirarki.....	12
Gambar 3:1 Diagram alir penelitian.....	15
Gambar 4:1 Pertambahan Kebutuhan Aspal di NTB tahun 2009-202.....	21
Gambar 4:2 Pertambahan Kebutuhan Aspal di NTT tahun 2009-2028.....	21
Gambar 4:3 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Maluku tahun 2009-2028.....	22
Gambar 4:4 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Maluku Utara tahun 2009-2028.....	22
Gambar 4:5 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Papua Barat tahun 2009-2028.....	23
Gambar 4:6 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Papua tahun 2009-2028.....	24
Gambar 4:7 Total Kebutuhan Aspal Indonesia kawasan Timur tahun 2009-2028.....	24
Gambar 4:8 Struktur Hirarki Pemilihan Drum.....	26
Gambar 4:9 Membuat Proyek.....	28
Gambar 4:10 Menentukan Tujuan.....	29
Gambar 4:11 Membuat Kriteria.....	29
Gambar 4:12 Memasukkan Alternatif.....	30
Gambar 4:13 Pembobotan Kriteria.....	30
Gambar 4:14 Pembobotan Alternatif.....	30
Gambar 4:15 Cara Mengkombinasikan Penilaian Responden.....	31
Gambar 4:16 Tingkat Konsisten.....	31
Gambar 4:17 Penyajian Data dan Analisis Sensitifitas.....	32



Gambar 4:18 Penilaian EMKL.....	32
Gambar 4:19 Penilaian Shipper.....	33
Gambar 4:20 Penilaian Shipping.....	33
Gambar 4:21 Penilaian PBM.....	33
Gambar 4:22 Penilaian Produsen Drum.....	34
Gambar 4:23 Penilaian Akademisi.....	34
Gambar 4:24 Hasil Kombinasi Semua Responden.....	35
Gambar 4:25 Diameter Alas Drum Konvensional = Diameter Kecil Alas Drum Heksagonal .....	37
Gambar 4:26 Susunan Drum Konvensional di Dalam Peti Kemas 20 ft.....	39
Gambar 4:27 Susunan Drum Heksagonal di dalam Peti Kemas 20 ft.....	39
Gambar 4:28 Persentase Penurunan Biaya Angkut.....	45
Gambar 4:29 Penurunan Biaya Transportasi Laut .....	46
Gambar 4:30 Peningkatan Biaya Bahan Baku .....	49
Gambar 5:1 Proses Pembuatan Drum Heksagonal.....	52
Gambar 5:2 Drum Gripper .....	53
Gambar 5:3 Handling Drum dengan Forklift yang dilengkapi Drum Gripper.....	53
Gambar 5:4 Drum Trucks dan Drum Lifter.....	54
Gambar 5:5 Drum Heksagonal Tampak Atas.....	55
Gambar 5:6 Drum Heksagonal Tampak Samping.....	55



## DAFTAR PUSTAKA

Afandi, M. Z. (2013). *Tugas Akhir: Desain Konseptual Peti Kemas untuk Alat Angkut Hewan Ternak dari Kawasan Indonesia Timur Pada Kapal Penumpang 2 in 1*. Surabaya: ITS.

Aqilah, U. (2011). *Model Rencana Darurat untuk Are Pelabuhan Surabaya (Studi Kasus: Angkutan Peti Kemas)*. Surabaya: ITS.

Gaspersz, P. D. (2011). *Managerial Economics*. Bogor: Vinchristo Publication.

Sudana, I. M. (2011). *Manajemen Keuangan Perusahaan, Teori dan Praktik*. Jakarta: Erlangga.

Yunianto, I. T. (2010). *Desain Konseptual Penggunaan Peti Kemas sebagai Alat Bantu Penyimpanan Kendaraan pada Kapal Roll-On Roll-Off*. Surabaya: ITS.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Drum>

<http://id.wikipedia.org/wiki/Heksagon>

<http://www.drumhandlingequipment.com.au/>

<http://www.alibaba.com/showroom/drum-making-machine.html>

[http://www.tis-gdv.de/tis\\_e/containe/arten/standard/standard.htm](http://www.tis-gdv.de/tis_e/containe/arten/standard/standard.htm)

<http://berthing.files.wordpress.com/2010/12/dimensi-container-2>

<http://www.hubdat.web.id>

<http://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/bi-dan-inflasi/Contents/Penetapan.aspx>

<http://www.bi.go.id/id/perbankan/suku-bunga-dasar/Default.aspx>



## BIODATA PENULIS



Pemuda ini bernama Farendy Arlius, akrab dipanggil Faren. Ia dilahirkan di desa Jemanang, 16 Mei 1992. Selama berstatus sebagai mahasiswa, dia pernah diamanahi sebagai pemimpin redaksi majalah dakwah kampus (*Zine Ultrassafinah*), menteri Komunikasi dan Informasi BEM ITS 2013/2014, Ketua Bela Diri Tarung Derajat, ketua Desa Binaan Etos Surabaya dan koordinator Desa Binaan BEM FTK 2011/2012.

Di tengah kesibukkan aktivitas akademik, organisasi dan sosial, pemuda yang berasal dari bumi Sriwijaya ini selalu menyempatkan diri untuk menulis. Tulisannya telah dimuat di berbagai media masa seperti SURYA, Radar Surabaya, Jawa Pos, Banjarmasin Post, Pontianak Post, Koran Sindo, dan Republika. Selain menulis di koran, dia juga menulis beberapa buku yang sudah beredar di toko Buku Gramedia se-Indonesia. Buku pertamanya berjudul "Toga di Tepi Jendela" yang ditulis secara berjamaah dengan beberapa orang teman. Buku kedua berjudul "Yuk Belajar Sabar + Syukur!", yang ketiga berjudul "5 Fondasi Rahasia Pemimpin Unggul" dan yang terbitnya hampir bersamaan dengan skripsi ini berjudul "Aku Cinta Padaku."

Saat menulis skripsi ini, peraih wisudawan terbaik nasional Beastudi Etos angkatan 2010 ini sedang diamanahi sebagai supervisor Beastudi Etos Surabaya. Beastudi Etos adalah program investasi SDM, yang fokus pada pembinaan, pendampingan dan pemberdayaan mahasiswa di 15 Perguruan Tinggi Negeri papan atas se-Indonesia.

Motto hidupnya adalah: "Ambil dan Selesaikanlah Masalah Besar untuk Menjadi Orang Besar."



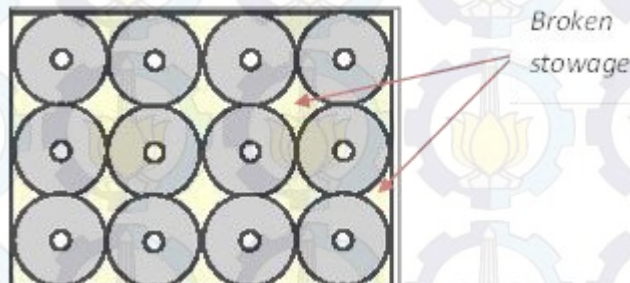
## Bab 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Peti kemas (*container*) adalah satu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali, dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada di dalamnya. Peran peti kemas sendiri pun begitu sangat penting terutama pada pengangkutan barang melalui moda transportasi laut.

Dewasa ini, dalam penggunaan drum yang diangkut dengan kapal peti kemas tidaklah efektif dan efisien. Dikarenakan pada saat penyusunan drum tersebut, memberikan ruang rugi (*Broken stowage*). Ruang rugi adalah prosentase ruang yang tidak terisi atau terpakai oleh muatan karena bentuk atau jenis muatan tersebut.

Bentuk umum drum untuk muatan cair yang sering dipakai yaitu bentuk konvensional. Jika bentuk itu disusun akan memberikan ruang kosong yang tidak bernilai ekonomis. Jika ruang kosong itu kita gabungkan, maka ruang kosong tersebut dapat diisi muatan lagi.



Gambar 1:1 Broken Stowage

Alternatif yang bisa dipakai untuk masalah bentuk pada drum tersebut adalah dengan mengubah bentuk drum itu. Yang semula berbentuk silindris diubah menjadi bentuk heksagonal atau lebih dikenal dengan nama segi enam.

Heksagonal (Segi enam), bentuk segienam yang memiliki enam simetri garis dan enam simetri putar, sehingga membuat dia dapat disusun bersama-sama dengan cara mempertemukan tiga segienam pada masing-masing salah satu sudutnya.



### **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa demand aspal yang dikemas dengan drum di kawasan Indonesia timur?
2. Apa bentuk drum yang paling efektif untuk kasus pengangkutan dengan peti kemas?
3. Berapa perbandingan biaya angkut dan biaya pabrikasi antara drum heksagonal dan drum konvensional?
4. Seperti apakah model desain konseptual drum heksagonal, penanganan bongkar muat dan proses fabrikasinya?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui demand muatan yang dikemas dengan drum di kawasan Indonesia timur.
2. Mencari bentuk drum yang paling efektif untuk kasus pengangkutan dengan peti kemas.
3. Menghitung perbandingan biaya angkut dan biaya pabrikasi antara drum heksagonal dengan drum konvensional.
4. Membuat model desain konseptual drum heksagonal, penanganan bongkar muat dan proses fabrikasinya.



#### 1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah dapat memberikan informasi perbandingan *broken stowage*, pengurangan biaya logistik dan jumlah muatan yang diangkut antara penggunaan drum heksagonal dan drum konvensional. Sehingga penelitian ini sangat bermanfaat bagi pemerintah yang bermisi mengurangi biaya logistik dan para pelaku bisnis seperti: Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL), Shipper, Shipping, Perusahaan Bongkar Muat (PBM) dan Produsen Drum dalam menjalankan bisnisnya.

#### 1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini fokus pada drum yang diangkut dengan peti kemas ukuran 20 ft.
2. Muatan yang diangkut adalah aspal ke kawasan Indonesia timur.
3. Pengujian struktur drum menggunakan pendekatan prinsip Mekanika Teknik sederhana.
4. Desain drum masih berupa konsep

#### 1.6. Hipotesis Awal

Dugaan awal saya dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Inovasi drum konvensional menjadi drum heksagonal mampu mengurangi *broken stowage* yang terjadi di dalam peti kemas. Sehingga muatan yang diangkut bisa lebih banyak.
2. Kehadiran drum heksagonal ini bisa menekan biaya logistik, karena barang yang terangkut bisa lebih banyak dalam satu kali trip.

#### 1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

##### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal dan acuan dalam pengerjaan tugas akhir yang berisi:

- Latar belakang
  - o Bagian ini berisi penjelasan pokok permasalahan yang mendasari penelitian.
- Perumusan masalah



- Pada bagian ini terdapat butir-butir masalah yang ingin dipecahkan.
- Tujuan Penelitian
  - Bagian ini berisi poin-poin yang ingin dicapai dari perumusan masalah.
- Manfaat
  - Di bagian ini terdapat penjelasan dampak yang terjadi dari penelitian.
- Batasan masalah
  - Berisi hal-hal yang dianggap menjadi batas pengerjaan penelitian.
- Hoptesis Awal
  - Berisi dugaan sementara peneliti mengenai kebermanfaatan atau hasil dari penelitiannya.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai, dan proses pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisikan perhitungan tingkat kebutuhan aspal di kawasan Indonesia Timur, pemilihan drum dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), menghitung perbandingan *broken stowage*, analisa biaya angkut dan biaya pabrikasi, model konseptual drum heksagonal, penanganan bongkar muat drum heksagonal dan proses pabrikasi.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi di dalam tugas akhir ini.



## Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Drum

Drum sering juga disebut dengan istilah ‘barel’, umumnya berbentuk konvensional. Volume drum umumnya berkisar antara 60-200 L. Drum digunakan untuk mewadahi muatan curah seperti: Aspal, Solar, Premium, Minyak Tanah dan Oli. Drum memiliki banyak jenis, ada yang terbuat dari serat, baja, plastik dan seng, tergantung dari kegunaan drum tersebut. Dua gambar drum di bawah ini adalah contoh drum dengan fungsi yang berbeda, sebelah kiri adalah drum ukuran 200 liter yang dipakai untuk muatan premium atau solar. Sedangkan sebelah kanan adalah drum aspal yang berkapasitas 155 Kg



Sumber: [www.oocities.org](http://www.oocities.org), [www.krebsswitzerland.com](http://www.krebsswitzerland.com)

Gambar 2:1 Drum

### 2.2. Aspal

Aspal diperoleh dari Crude Oil jenis Asphaltic, dihasilkan dalam bentuk semi solid, berwarna coklat kehitaman bersifat Non-Metalic, larut dalam CS<sub>2</sub> (Carbon Disulphide), mempunyai sifat Waterproving dan Adhesive. Aspal dibedakan gradenya atas Softening Point R&B (Ring & Ball), sifat penetrasi ataupun kombinasi dari kedua sifat di atas.

Di Indonesia sebagian besar produk Aspal (lebih dari 95%) digunakan untuk konstruksi jalan dan landasan pacu bandara. Fungsi Aspal pada bangunan jalan adalah untuk mengikat batu, pasir, dan bahan-bahan lainnya supaya menjadi satu kesatuan yang homogen (fungsi pelekats dan sebagai bahan pengisi), meredam suara lalu lintas, melindungi badan



jalan terhadap air hujan dan panas matahari, dan mencegah permukaan jalan berdebu. Untuk landasan pacu bandara, fungsi Aspal sama dengan bangunan jalan hanya bebannya lebih berat namun frekuensi lalu lintasnya lebih sedikit. Untuk bangunan air, Aspal berfungsi mencegah hilangnya air yang meresap ke dalam tanah, serta mencegah erosi.

Untuk bangunan rumah dan industri, fungsi Aspal adalah sebagai berikut:

- Anti korosif (melindungi terhadap pengaruh air hujan, panas matahari, dan anti karat).
- Bahan perekat.
- Penyekat suara dan getaran bila dipakai untuk lantai.
- Tahan terhadap kelembaban udara.
- Sebagai bahan cat/pelapis/coating, biasanya Aspal dicampur dengan bahan pelarut (melindungi besi dari air dan karat).
- Pelindung karat pada pipa bawah tanah.
- Industri listrik (pelindung kabel, Accumulator boxes, dll).



Sumber: [www.kaorinusantara.or.id](http://www.kaorinusantara.or.id)

Gambar 2:2 Aspal Curah

### 2.3. Peti Kemas

Peti kemas (*container*) adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan International Organization for Standardization (ISO) sebagai alat pengangkutan barang yang bisa digunakan di berbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk peti kemas, kereta api dan kapal peti kemas.

Pada umumnya container sudah memiliki ukuran standart internasional, salah satunya Container 20 ft, artinya panjang dari container tersebut adalah 20 ft. Untuk ukuran lebar dan tinggi biasanya hampir sama, perbedaannya hanya pada panjang container tersebut. Secara umum yang banyak kita temukan adalah container dengan ukuran 20 ft dan 40 ft.

Peti kemas mempunyai beberapa keunggulan seperti :



- Muat-bongkar lebih cepat dibandingkan dengan muat-bongkar dengan pengepakan konvensional.
- Persentase kerusakan sedikit karena barang-barang disusun secara mantap di dalam peti kemas dan hanya disentuh pada saat pengisian dan pengosongan
- Berkurangnya persentase barang-barang yang hilang karena dicuri (Theft & Pilferage) karena barang-barang tertutup di dalam peti kemas.
- Memudahkan pengawasan oleh pemilik barang (Shipper) yang menyimpan barangnya ke dalam Peti Kemas di arena pergudangan sendiri. Begitupun penerima dapat dengan mudah mengawasi pembongkaran di arena pergudangannya sendiri (Door to door service).
- Dapat dihindarkan percampuran barang-barang yang sebenarnya tidak boleh bercampur satu sama lain.

Berat maksimum peti kemas muatan kering 20 feet adalah 24.000 kg, dan untuk 40 kaki (termasuk high cube container), adalah 30.480 kg. Sehingga berat muatan bersih/payload yang bisa diangkut adalah 21.800 kg untuk 20 kaki dan 26.680 kg untuk 40 kaki.

Ukuran peti kemas standar yang digunakan ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 2:1 Ukuran Standar Peti Kemas

		Peti kemas 20 kaki		Peti kemas 40 kaki		Peti kemas 45 kaki	
		inggris	metrik	inggris	metrik	inggris	metrik
dimensi luar	panjang	19' 10½"	6.058 m	40' 0"	12.192 m	45' 0"	13.716 m
	lebar	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	tinggi	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m	9' 6"	2.896 m
dimensi dalam	panjang	18' 10 5/16"	5.758 m	39' 5 45/64"	12.032 m	44' 4"	13.556 m
	lebar	7' 8 19/32"	2.352 m	7' 8 19/32"	2.352 m	7' 8 19/32"	2.352 m
	tinggi	7' 9 57/64"	2.385 m	7' 9 57/64"	2.385 m	8' 9 15/16"	2.698 m
bukaan pintu	width	7' 8 ½"	2.343 m	7' 8 ½"	2.343 m	7' 8 ½"	2.343 m
	tinggi	7' 5 ¾"	2.280 m	7' 5 ¾"	2.280 m	8' 5 49/64"	2.585 m
volume		1,169 ft³	33.1 m³	2,385 ft³	67.5 m³	3,040 ft³	86.1 m³
berat kotor		52,910 lb	24,000 kg	67,200 lb	30,480 kg	67,200 lb	30,480 kg
berat kosong		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg	10,580 lb	4,800 kg
muatan bersih		48,060 lb	21,800 kg	58,820 lb	26,680 kg	56,620 lb	25,680 kg

Sumber: [www.cvaristonkupang.com](http://www.cvaristonkupang.com)





sumber : [www.berthing.wordpress.com](http://www.berthing.wordpress.com)

Gambar 2:3 Peti Kemas Ukuran 20 ft

#### 2.4. Kapal Peti Kemas

Kapal peti kemas (*containership* atau *celullarship*) adalah kapal yang khusus mengangkut peti kemas. Kapal peti kemas memiliki rongga (*cells*) sebagai tempat untuk menyimpan peti kemas. Bongkar muat peti kemas menggunakan crane/derek khusus yang dapat dilakukan dengan cepat, baik derek-derek yang berada di dermaga, maupun derek yang berada di kapal itu sendiri.



Sumber: [www.belajarkapal.blogspot.com](http://www.belajarkapal.blogspot.com)

Gambar 2:4 Kapal Peti Kemas

Kapal *container* dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, seperti yang ada pada tabel berikut ini:



Tabel 2:2 Kategori Kapal Peti Kemas dan Kapasitasnya

Kategori	Kapasitas (TEUs)
<i>Ultra Large Container Vessel (ULCV)</i>	> 14.501
<i>New panamax</i>	10.000–14.500
<i>Post panamax</i>	5.101–10.000
<i>Panamax</i>	3.001 – 5.100
<i>Feedermax</i>	2.001 – 3.000
<b>Feeder</b>	1.001 – 2.000
<b>Small feeder</b>	Up to 1.000

Sumber: [www.obengplus.com](http://www.obengplus.com)

## 2.5. Bentuk Heksagonal

Bentuk Heksagonal adalah bentuk geometri yang paling efisien dalam memanfaatkan semua area yang ada. Dibandingkan dengan bentuk segi lainnya Heksagonal adalah sebuah bentuk paling efektif. Bentuk ini akrab kita lihat pada sarang lebah. Lebah hidup berkoloni, sehingga membutuhkan sarang yang memuat banyak ruang, selain juga untuk menyimpan madunya. Bentuk segi enam dapat membentuk pola yang dapat disusun dengan saling menempelkan antar sisinya sehingga tidak menciptakan ruang sisa yang terbuang. Tidak seperti lingkaran atau segi lima misalnya yang tidak dapat disusun satu sama lain.

Para ahli matematika menyebutkan untuk mendapatkan kapasitas ruang yang maksimal, penggunaan dinding berbentuk heksagonal ini meminimalkan jumlah bahan bangunan, karena memiliki keliling paling kecil dalam kapasitas yang sama. Singkatnya, suatu kantung heksagonal adalah bentuk terbaik untuk memperoleh kapasitas simpan terbesar, dengan bahan baku lilin dalam jumlah paling sedikit.



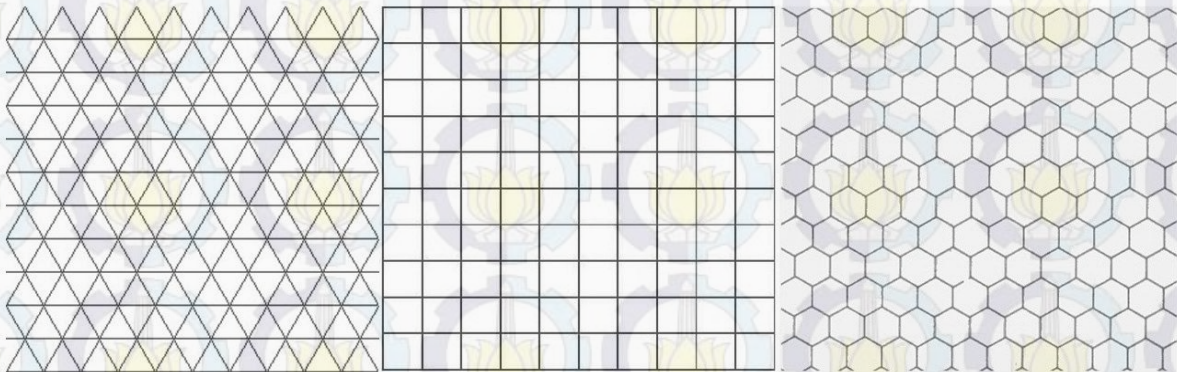
Sumber: [www.inna-innae.blogspot.com](http://www.inna-innae.blogspot.com)

Gambar 2:5 Bentuk Heksagonal



## 2.6. Keunggulan Heksagonal sebagai Inovasi Bentuk Drum Konvensional

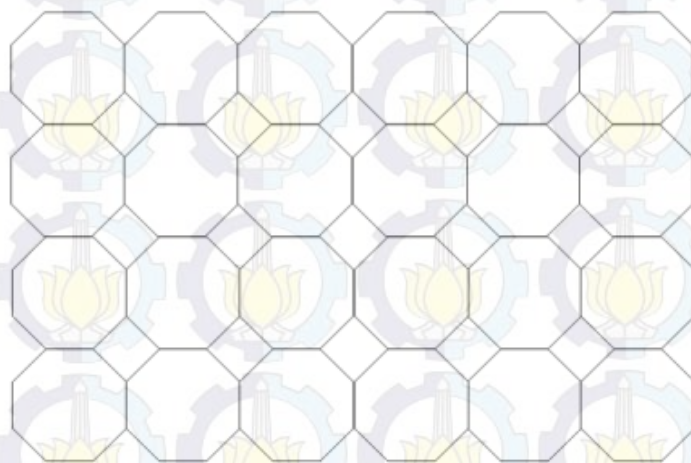
susunan segienam merupakan bentuk yang paling efisien dari segi ruang dan bahan bangunan. Di antara bangunan-bangunan di bawah ini, yang masuk akal untuk mengurangi *broken stowage* pada peti kemas adalah segi 3, segi 4 dan segi 6, karena bangunan-bangunan tersebut dapat dirangkai secara kontinyu tanpa menyisakan bagian kosong. Visualisasinya adalah seperti berikut ini:



Sumber: <http://detektif-fisika-doni.blogspot.com>

Gambar 2:6 Bentuk Segi Tiga, Segi Empat dan Segi Enam

Kekontinyuan ini hanya dapat dicapai oleh segi 3, segi 4 dan segi 6. Segi-segi lainnya tidak bisa disusun kontinyu seperti ini. Kita ambil contoh segi 8 seperti pada gambar berikut, dia menyisakan ruangan-ruangan kecil segi 4 ketika disusun.



Sumber: <http://detektif-fisika-doni.blogspot.com>

Gambar 2:7 Segi Delapan



Jadi, di antara bangun-bangun yang ada, hanya ada 3 pilihan, yaitu segi 3, segi 4 dan segi 6. Lalu mengapa drum yang akan diinovasi tidak berbentuk segi 3 atau segi 4 saja? Karena segi 6 mempunyai luas ruangan terbesar dibandingkan segi 3 dan segi 4. Perbandingannya dapat dilihat dari perhitungan sederhana berikut ini. Misal diambil keliling sepanjang 12 satuan.

#### **SEGITIGA**

Panjang satu sisi segitiga =  $12/3 = 4$  satuan.

$s$  = setengah keliling =  $\frac{1}{2} \times 12 = 6$  satuan.

Luas segitiga =  $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} = \sqrt{6(6-4)(6-4)(6-4)} = \sqrt{48} = 6,93$  satuan.

#### **SEGI EMPAT**

Panjang satu sisi segi empat =  $12/4 = 3$  satuan.

Luas segi empat = panjang x lebar =  $3 \times 3 = 9$  satuan.

#### **SEGI ENAM**

Panjang satu sisi segi enam =  $12/6 = 2$  satuan.

Luas segi enam =  $2,6 \times a^2 = 2,6 \times (2)^2 = 2,6 \times 4 = 10,4$  satuan.

Gambar 2:8 Perbandingan Luas Ruangan Segi Enam, Segi Empat dan Segi Tiga

Terbukti, segi 6 mempunyai luas ruangan lebih besar dibandingkan segi 3 dan segi 4. Dari teori sederhana inilah ide penelitian ini muncul. Dapat diprediksi, bila bentuk heksagonal ini dipakai sebagai bentuk inovasi dari drum konvensional, maka *broken stowage* dapat dikurangi dan akan semakin banyak muatan cair yang bisa diangkut dalam satu kali pengangkutan peti kemas.

### **2.7. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)**

Metode ini digunakan untuk mengambil keputusan secara efektif atas persoalan yang kompleks dengan menstruktur suatu hirarki kriteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas. Metode ini juga menggabungkan kekuatan dari perasaan dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu mensintesis berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipresentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat. (Saaty, 1993).

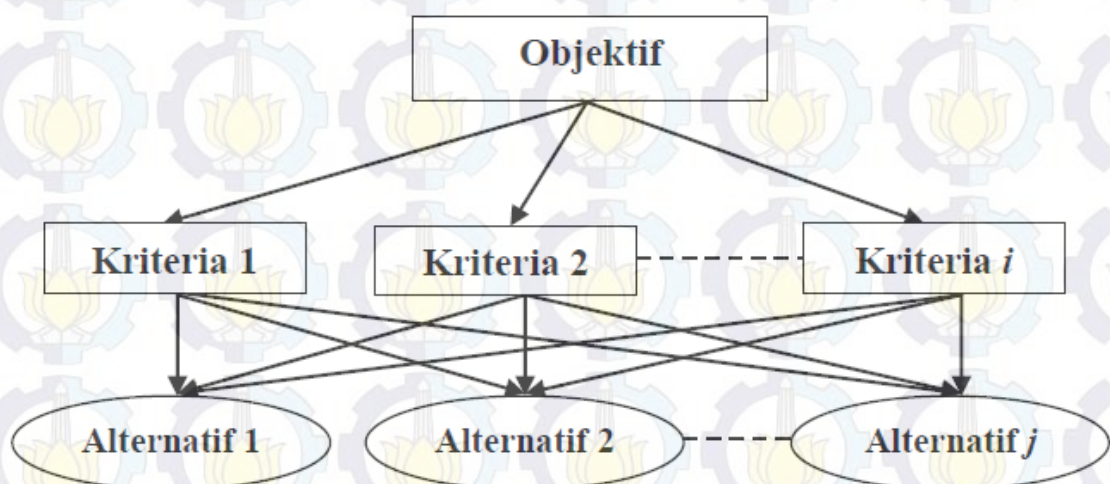


Proses hierarki adalah suatu model yang memberikan kesempatan bagi perorangan atau kelompok untuk membangun gagasan-gagasan dan mendefinisikan persoalan dengan cara membuat asumsi mereka masing-masing dan memperoleh pemecahan yang diinginkan darinya. Ada dua alasan utama untuk menyatakan suatu tindakan akan lebih baik dibanding tindakan lain. Alasan yang pertama adalah pengaruh-pengaruh tindakan tersebut kadang-kadang tidak dapat dibandingkan karena satu ukuran atau bidang yang berbeda dan kedua, menyatakan bahwa pengaruh tindakan tersebut kadang-kadang saling bentrok, artinya perbaikan pengaruh tindakan tersebut yang satu dapat dicapai dengan pemburukan lainnya. Kedua alasan tersebut akan menyulitkan dalam membuat ekuivalensi antar pengaruh sehingga diperlukan suatu skala luwes yang disebut prioritas.

### 2.7.1. Prinsip-Prinsip AHP

#### 1) Dekomposisi

Dengan prinsip ini struktur masalah yang kompleks dibagi menjadi bagian-bagian secara hierarki. Tujuan didefinisikan dari yang umum sampai khusus. Dalam bentuk yang paling sederhana struktur akan dibandingkan tujuan, kriteria dan level alternatif. Tiap himpunan alternatif mungkin akan dibagi lebih jauh menjadi tingkatan yang lebih detail, mencakup lebih banyak kriteria yang lain. Level paling atas dari hirarki merupakan tujuan yang terdiri atas satu elemen. Level berikutnya mungkin mengandung beberapa elemen, di mana elemen-elemen tersebut bisa dibandingkan, memiliki kepentingan yang hampir sama dan tidak memiliki perbedaan yang terlalu mencolok. Jika perbedaan terlalu besar harus dibuatkan level yang baru.



Gambar 2:9 Struktur Hirarki

#### 2) Perbandingan penilaian/pertimbangan (comparative judgments).



Dengan prinsip ini akan dibangun perbandingan berpasangan dari semua elemen yang ada dengan tujuan menghasilkan skala kepentingan relatif dari elemen. Penilaian menghasilkan skala penilaian yang berupa angka. Perbandingan berpasangan dalam bentuk matriks jika dikombinasikan akan menghasilkan prioritas.

### 3) Sintesa Prioritas

Sintesa prioritas dilakukan dengan mengalikan prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan di level atasnya dan menambahkannya ke tiap elemen dalam level yang dipengaruhi kriteria. Hasilnya berupa gabungan atau dikenal dengan prioritas global yang kemudian digunakan untuk memboboti prioritas lokal dari elemen di level terendah sesuai dengan kriterianya.

#### 2.7.2. Kelebihan AHP

- 1) Struktur yang berhierarki sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih sampai pada sub-sub kriteria yang paling dalam.
- 2) Memperhitungkan validitas sampai batas toleransi inkonsistensi sebagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan.
- 3) Memperhitungkan daya tahan atau ketahanan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Metode “*pairwise comparison*” AHP mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang diteliti multi obyek dan multi kriteria yang berdasar pada perbandingan preferensi dari tiap elemen dalam hierarki. Jadi model ini merupakan model yang komprehensif. Pembuat keputusan menentukan pilihan atas pasangan perbandingan yang sederhana, membangun semua prioritas untuk urutan alternatif. “*Pairwise comparison*” AHP menggunakan data yang ada bersifat kualitatif berdasarkan pada persepsi, pengalaman, intuisi sehingga dirasakan dan diamati, namun kelengkapan data numerik tidak menunjang untuk memodelkan secara kuantitatif.

#### 2.7.3. Kelemahan AHP

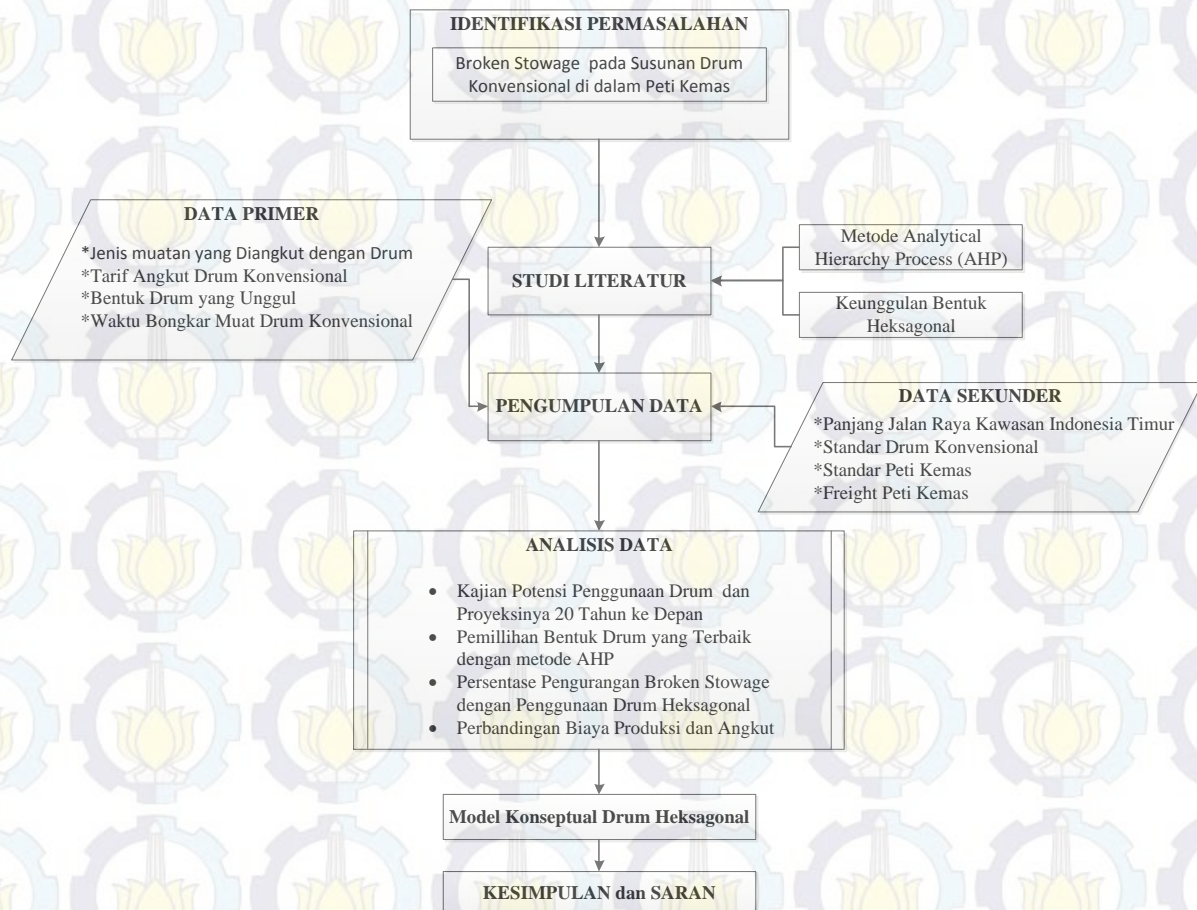
Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subjektivitas sang ahli, sehingga model akan menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.



## Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian tugas akhir ini dijelaskan lewat diagram alir (*flowchart*) sebagai berikut:



Gambar 3:1 Diagram alir penelitian



Prosedur dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

1. Identifikasi Permasalahan.

Beberapa hal yang diidentifikasi adalah karakteristik drum konvensional yang diduga menyebabkan *broken stowage*, pengaruh *broken stowage*, dan solusi untuk mengatasinya.

2. Studi Literatur.

Teori yang dipelajari adalah Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan Analisis investasi

3. Pengumpulan Data.

Metode Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dalam dua cara, yaitu :

- 1) Pengumpulan data langsung (primer), pengumpulan data dilakukan peneliti dengan tiga cara yaitu:

- a) Wawancara langsung kepada para pelaku bisnis pengangkutan muatan curah yang menggunakan drum.
- b) Survey kondisi drum di dalam peti kemas
- c) Survey waktu bongkar muat drum

Data primer yang dikumpulkan seperti: jenis muatan yang diangkut dengan drum, tarif angkut drum, bentuk drum yang unggul dan waktu bongkar muat drum.

- 2) Pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder)

Pengumpulan data seperti ini dilakukan peneliti dengan mengambil data seperti panjang jalan raya kawasan Indonesia Timur, ukuran drum standar, ukuran peti kemas standar, freight peti kemas

4. Analisis Data.

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap data-data yang diperoleh baik data sekunder maupun data primer untuk menjawab rumusan permasalahan. Analisis data dilakukan untuk mengetahui beberapa hal, yaitu:

1. Potensi penggunaan drum di kawasan Indonesia Timur dan proyeksinya untuk 20 tahun ke depan.
2. Bentuk drum yang terbaik dengan metode AHP.



3. Perbandingan *broken stowage* yang terjadi antara penggunaan drum konvensional dengan drum heksagonal.

4. Perbandingan jumlah drum yang dapat diangkat dalam satu peti kemas

5. Perbandingan biaya produksi drum konvensional dan drum heksagonal

6. Perbandingan biaya angkut drum konvensional dan drum heksagonal

#### 5. Pemodelan konsep Drum Heksagonal

Model drum heksagonal sebagai visual drum yang akan digunakan. Model meliputi ukuran utama dari drum yang dimodifikasi.

#### 6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini dituliskan hasil analisa, evaluasi dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.



## Bab 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kajian Potensi Drum yang Diangkut dengan Peti Kemas

Setelah dilakukan identifikasi lewat study literatur dan wawancara ke praktisi Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL), drum yang biasa diangkut dengan peti kemas adalah drum yang berisi aspal dan BBM (Premium dan Solar) produksi Pertamina. Pengiriman drum-drum ini biasanya ke wilayah Indonesia timur.

Sesuai batasan masalah, kajian potensi drum ini akan fokus pada demand drum yang bermuatan aspal di kawasan Indonesia Timur: Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua. Untuk mengetahui demand drum aspal, langkah yang harus peneliti lakukan adalah mencari data panjang jalan dan persentase jalan rusak. Data-data ini sudah tersedia di website Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat ([www.hubdat.web.id](http://www.hubdat.web.id)). Namun data yang tersedia di website tersebut hanya tahun 2009. Sehingga diperlukan asumsi pertambahan jalan per tahun dan kecepatan perbaikan jalan per tahun untuk melakukan perhitungan kebutuhan aspal di tahun-tahun berikutnya.

Tabel 4:1 Data untuk Perhitungan Kebutuhan Aspal

Data-data yang dibutuhkan	Nilai
*lebar jalan (meter)	7
*tebal jalan (meter)	0,07
*Pembangunan Jalan per tahun	1,3%
* 1 drum aspal (Kg)	155
*Kecepatan Perbaikan Jalan per tahun	5%
*Kadar Aspal	7%
*Massa Jenis Aspal (Ton/m <sup>3</sup> )	1,02

Berikut ini merupakan beberapa penjelasan dari data dan asumsi yang digunakan untuk menghitung kebutuhan aspal seperti yang ada pada tabel di atas:

1. Rata-rata lebar dan tebal jalan diambil dari <http://www.ilmusipil.com/klasifikasi-jalan-menurut-fungsi> dan <http://www.pnpm-alu.org/2011/08/konstruksi-jalan-dan-jembatan.html>.



2. Pembangunan jalan per tahun didapatkan dari contoh pertambahan jalan di Papua Barat dari tahun 2011 ke tahun 2012 sesuai dengan laporan Ditjen Perhubungan Darat Provinsi Papua Barat.
3. Untuk asumsi kecepatan perbaikan jalan per tahun didapatkan dari data yang ada pada Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat pada tahun 2009 dan data yang didapatkan dari <http://lomboknews.com/2010/02/14/panjang-kerusakan-jalan-nasional-dan-provinsi-di-ntb/> pada tahun 2010.
4. Kadar aspal diambil dari [eprints.undip.ac.id/34030/6/1901\\_CHAPTER\\_III.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34030/6/1901_CHAPTER_III.pdf) dan [ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/viewFile/7503/5696](http://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/viewFile/7503/5696)

Setelah mendapatkan data-data di atas, tahap selanjutnya adalah menghitung kebutuhan aspal dan kebutuhan drum aspal ke kawasan Indonesia Timur pada tahun 2009. Rumus untuk menghitungnya adalah:

$$\text{Kebutuhan Aspal (Ton)} = (P(m) \times L(m) \times T(m)) \times \text{kadar aspal} \times \text{massa jenis aspal (Ton/m}^3\text{)}$$

Hasil perhitungan ada pada tabel di bawah ini:

Tabel 4:2 Kebutuhan Aspal Indonesia wilayah Timur tahun 2009

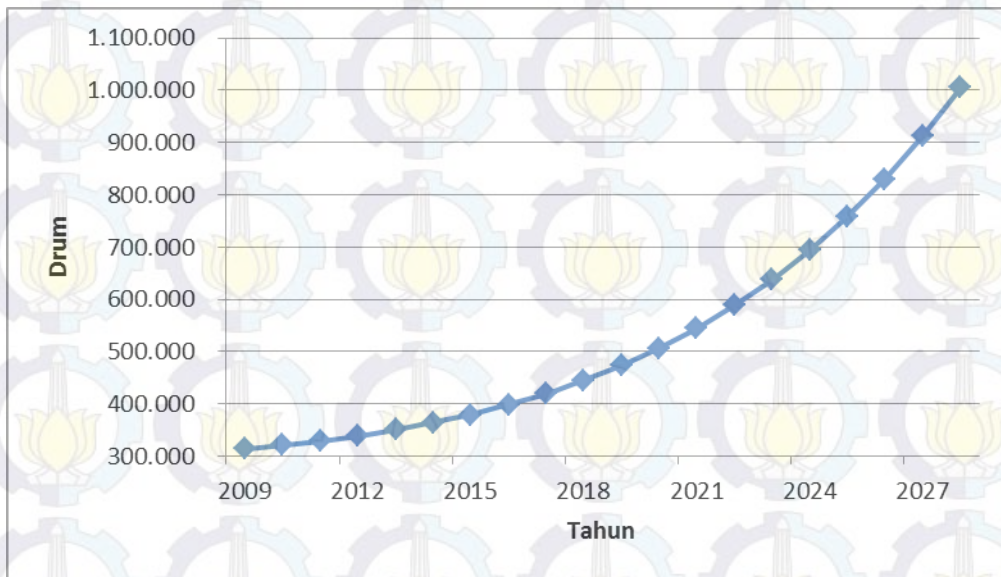
Provinsi	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
NTB	7.205	1.298	94	95.495	616.100
NTT	17.100	4.135	222	298.883	1.928.280
Maluku	6.590	2.018	86	144.312	931.044
Maluku Utara	4.116	1.220	54	87.363	563.630
Papua Barat	5.906	1.730	77	123.945	799.647
Papua	13.103	5.891	170	415.808	2.682.631

Setelah didapatkan kebutuhan aspal di NTB, NTT, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua di tahun 2009, maka langkah selanjutnya adalah menghitung demand drum aspal sampai tahun 2028 di masing-masing wilayah.

#### 4.1.1. Demand Drum Aspal di NTB

Dengan cara yang sama dan asumsi pertambahan jalan per tahun 1,3% serta kecepatan perbaikan jalan per tahun 5%, didapatkan demand aspal di NTB pada tahun 2028 sebanyak 1.005.243 drum. Pertambahan drum per tahun dari tahun 2009 sampai tahun 2028 bisa dilihat pada grafik di bawah ini.

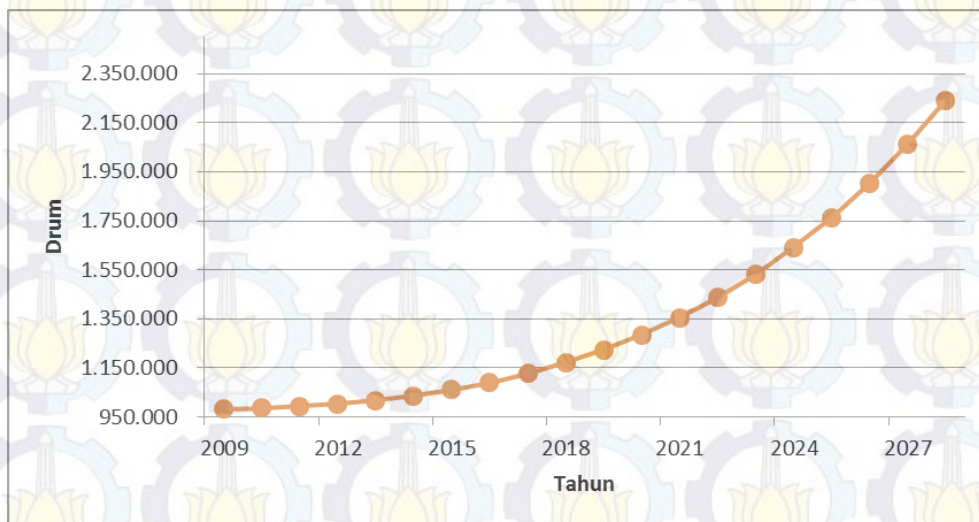




Gambar 4:1 Pertambahan Kebutuhan Aspal di NTB tahun 2009-2027

#### 4.1.2. Demand Drum Aspal di NTT

Dengan cara yang sama dan asumsi pertambahan jalan per tahun 1,3% serta kecepatan perbaikan jalan per tahun 5%, didapatkan demand aspal di NTT pada tahun 2028 sebanyak 2.241.892 drum. Pertambahan drum per tahun dari tahun 2009 sampai tahun 2028 bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



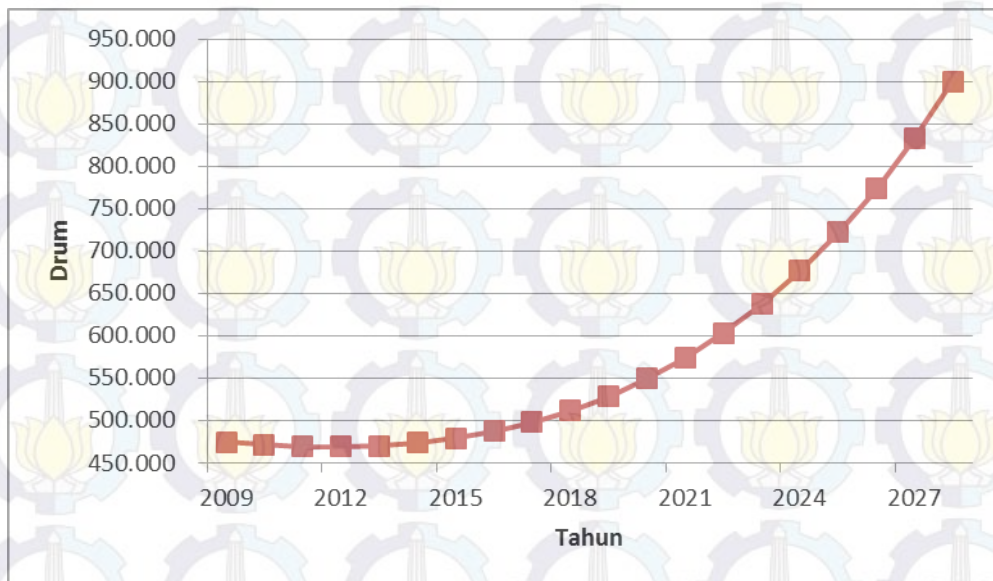
Gambar 4:2 Pertambahan Kebutuhan Aspal di NTT tahun 2009-2028

#### 4.1.3. Demand Drum Aspal di Maluku

Dengan cara yang sama dan asumsi pertambahan jalan per tahun 1,3% serta kecepatan perbaikan jalan per tahun 5%, didapatkan demand aspal di Maluku pada tahun 2028



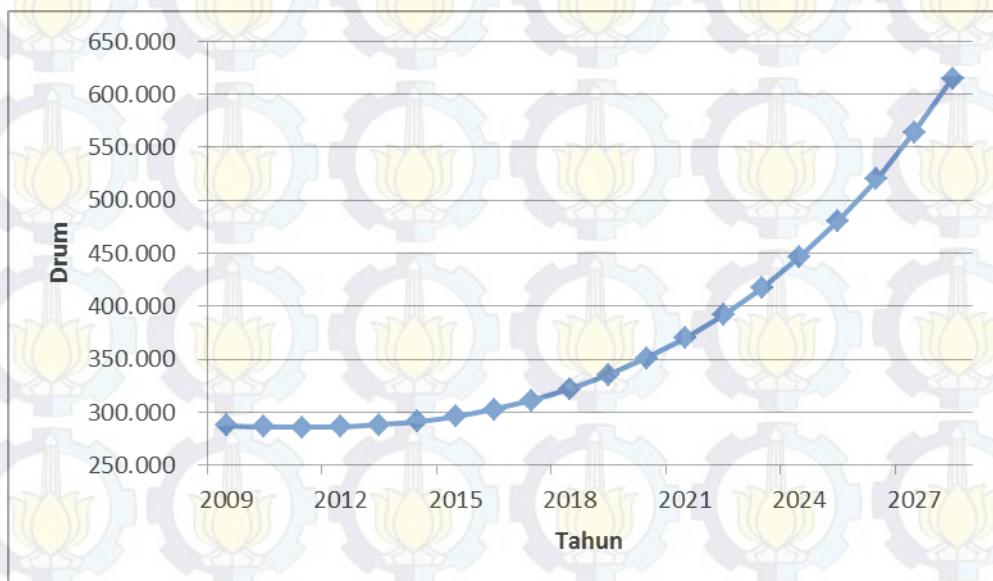
sebanyak 900.146 drum. Pertambahan drum per tahun dari tahun 2009 sampai tahun 2028 bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4:3 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Maluku tahun 2009-2028

#### 4.1.4. Demand Drum Aspal di Maluku Utara

Dengan cara yang sama dan asumsi pertambahan jalan per tahun 1,3% serta kecepatan perbaikan jalan per tahun 5%, didapatkan demand aspal di Maluku Utara pada tahun 2028 sebanyak 615.015 drum. Pertambahan drum per tahun dari tahun 2009 sampai tahun 2028 bisa dilihat pada grafik di bawah ini.

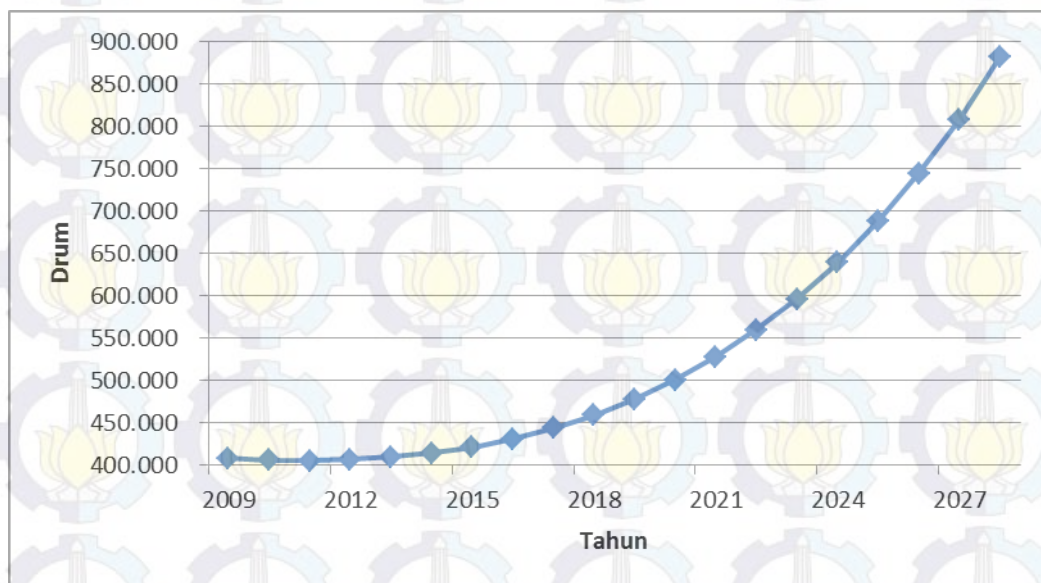


Gambar 4:4 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Maluku Utara tahun 2009-2028



#### 4.1.5. Demand Drum Aspal di Papua Barat

Dengan cara yang sama dan asumsi penambahan jalan per tahun 1,3% serta kecepatan perbaikan jalan per tahun 5%, didapatkan demand aspal di Papua Barat pada tahun 2028 sebanyak 880.761 drum. Pertambahan drum per tahun dari tahun 2009 sampai tahun 2028 bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4:5 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Papua Barat tahun 2009-2028

#### 4.1.6. Demand Drum Aspal di Papua

Dengan cara yang sama dan asumsi penambahan jalan per tahun 1,3% serta kecepatan perbaikan jalan per tahun 5%, didapatkan demand aspal di Papua pada tahun 2028 sebanyak 2.128.822 drum. Pertambahan drum per tahun dari tahun 2009 sampai tahun 2028 bisa dilihat pada grafik di bawah ini.

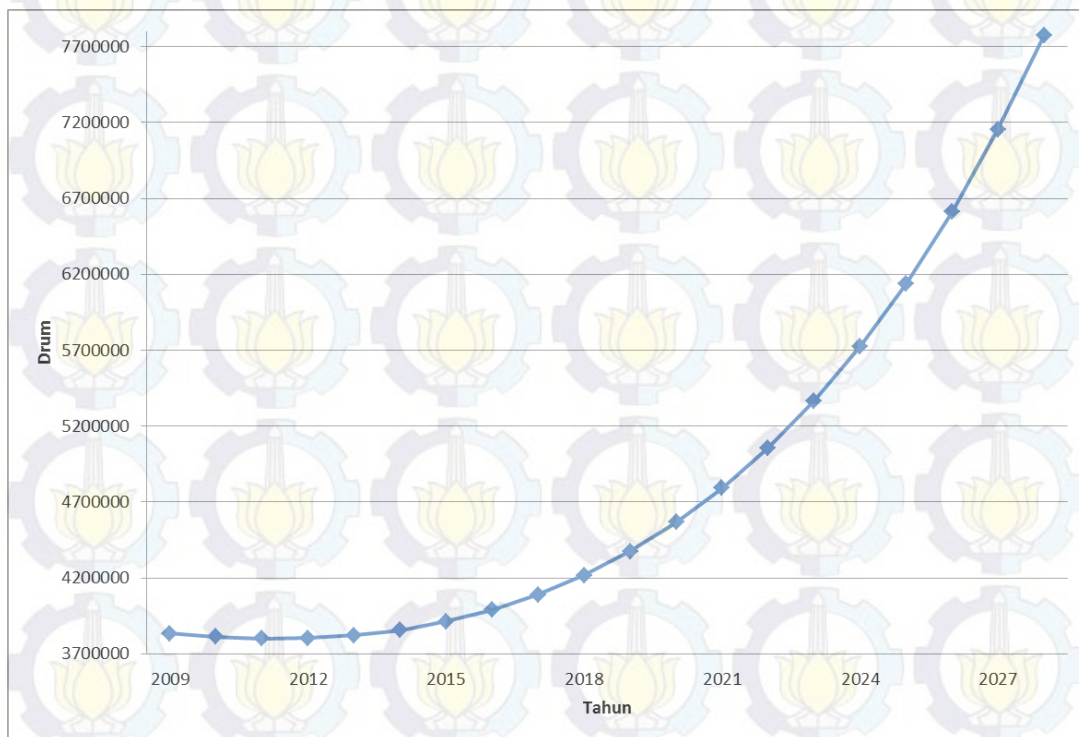




Gambar 4:6 Pertambahan Kebutuhan Aspal di Papua tahun 2009-2028

#### 4.1.7. Total Demand Drum Aspal

Setelah dilakukan perhitungan dengan cara yang sama dan kebutuhan drum dari semua wilayah Indonesia Timur dijumlahkan, didapatkan total drum sebanyak 7.771.880 di tahun 2028. Peningkatan drum per tahun dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 4:7 Total Kebutuhan Aspal Indonesia kawasan Timur tahun 2009-2028



## 4.2. Analisis Pemilihan Drum

### 4.2.1. Penyusunan Hirarki

Analisis pemilihan drum yang unggul dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Adapun responden yang akan dijadikan sebagai input adalah mereka yang dinilai paham di bidangnya masing-masing. Dalam penelitian ini respondennya merupakan perwakilan dari Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL), Shipper, Shipping Company, Perusahaan Bongkar Muat (PBM), Produsen Drum dan Akademisi. Masing-masing stakeholder diambil dua orang, detailnya sebagai berikut:

#### 1) Perwakilan EMKL.

Responden pertama adalah pak Atnan dari PT Resota Jaya. Beliau telah berkecimpung di dunia ekspedisi muatan kapal laut kurang lebih sepuluh tahun. Responden kedua adalah pak Ibrahim. Beliau menjabat sebagai kepala bagian operasional EMKL PT Panorama Rote Mandiri yang telah mengabdikan kepada perusahaan sekitar lima tahun.

#### 2) Perwakilan Shipper.

Dari sudut pemilik barang atau shipper, diambil mereka yang berkecimpung sebagai agen aspal dan APMS (Agen Premium dan Minyak Solar). Berasal dari PT Adi Baruto Nugratama dan PT. Nusa Dua Aspalindo.

#### 3) Perwakilan Shipping Company.

Responden pertama dari pihak pelayaran adalah pak Agus. Beliau berpengalaman bekerja di PT Samudera Indonesia lebih kurang 3 tahun. Responden berikutnya adalah pak Friadi, PT Pelni. Bapak ini bertugas di bagian muatan, salah satu muatan yang ditangani adalah peti kemas.

#### 4) Perwakilan PBM

Di bidang bongkar muat, responden pertama adalah pak Handaru. Beliau bekerja di bagian Terminal Peti Kemas Pelabuhan Trisakti di Banjarmasin. Kemudian responden berikutnya adalah pak Kresna, bekerja di Terminal Peti Kemas Surabaya.

#### 5) Perwakilan Produsen Drum

Mereka yang berkecimpung sebagai produsen drum. Sebagai responden adalah praktisi di CV. Karya Jaya Abadi dan PT. Summitama Intinusa.

#### 6) Perwakilan Akademisi.

Akademisi pertama adalah Fahmi Rusvidianti. Dia berasal dari jurusan Desain Produksi ITS. Responden kedua adalah Mukhlis Said. Dia dari jurusan Teknik Industri.



Dari wawancara dengan para responden seperti yang disebutkan di atas dan study literatur, didapat susunan struktur hirarki sebagai berikut:



Gambar 4:8 Struktur Hirarki Pemilihan Drum

Pada gambar di atas terdapat tingkatan hirarki dengan penjelasan sebagai berikut:

Tingkat Pertama: Goal

Tingkat Kedua : Kriteria

Tingkat Ketiga : Alternatif

#### 4.2.2. Pengisian Kuesioner

Berikut ini adalah contoh lembar kuesioner yang digunakan untuk melakukan analisis AHP dengan responden yang mewakili bidang Shipper, Shipping, PBM, EMKL, Produsen Drum dan Akademisi. Total responden 12 orang. Setiap bidang diwakili oleh 2 orang yang dinilai mengerti dengan bidangnya.

Di bawah ini merupakan contoh kuesioner yang digunakan untuk memilih kriteria yang paling prioritas dalam penggunaan drum yang diangkut dengan peti kemas dan sekaligus memilih drum yang paling unggul di antara bentuk konvensional, heksagonal, tetragonal dan trigonal.



Responden 01

Nama : Atnan

Instansi : PT Resota Jaya

Alamat/ no HP : Jl. Nyemplungan 155 / 081252116683

Tanggal Pengisian : 17-12-2014

1. Dari beberapa aspek berikut ini, manakah menurut bapak/ibu kriteria yang paling prioritas dalam penggunaan drum yang diangkut dengan peti kemas?

Prioritas Kriteria	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Prioritas Kriteria
Minim Broken Stowage			X							Kemudahan Handling
Minim Broken Stowage					X					safety
Minim Broken Stowage				X						Biaya Pabrikasi
Kemudahan Handling					X					safety
Kemudahan Handling				X						Biaya Pabrikasi
safety				X						Biaya Pabrikasi

2. Dari 4 macam tipe drum berikut ini, manakah drum yang paling sedikit memberikan broken stowage saat disusun di dalam peti kemas?

Minim Broken Stowage	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Minim Broken Stowage
Konvensional						X				Heksagonal
Konvensional							X			Tetragonal
Konvensional						X				Trigonal
Heksagonal					X					Tetragonal
Heksagonal						X				Trigonal
Tetragonal							X			Trigonal

3. Dari 4 macam tipe drum berikut ini, manakah drum yang paling mudah proses handlingnya?

Kemudahan Handling	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kemudahan Handling
Konvensional				X						Heksagonal
Konvensional				X						Tetragonal
Konvensional				X						Trigonal
Heksagonal					X					Tetragonal
Heksagonal					X					Trigonal
Tetragonal				X						Trigonal

4. Dari 4 macam tipe drum berikut ini, manakah drum yang mempunyai tingkat safety paling tinggi?

safety	9	7	5	3	1	3	5	7	9	safety
Konvensional					X					Heksagonal
Konvensional				X						Tetragonal
Konvensional				X						Trigonal
Heksagonal				X						Tetragonal
Heksagonal					X					Trigonal
Tetragonal				X						Trigonal

5. Dari 4 macam tipe drum berikut ini, manakah drum yang paling mudah membuatnya (biaya pabrikasi lebih rendah)?

Biaya Pabrikasi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Biaya Pabrikasi
Konvensional				X						Heksagonal
Konvensional				X						Tetragonal
Konvensional				X						Trigonal
Heksagonal					X					Tetragonal
Heksagonal					X					Trigonal
Tetragonal					X					Trigonal



Tabel 4:3 Petunjuk Pengisian Kuesioner

Bobot	Definisi	Penjelasan
1	Sama Penting	A dan B sama penting
3	Sedikit lebih penting	A sedikit lebih penting dari B
5	Agak Lebih Penting	A agak lebih penting dari B
7	Jauh lebih penting	A jauh lebih penting dari B
9	Mutlak lebih penting	A mutlak lebih penting dari B
2,4,6,8	Nilai antara angka di atas	Ragu dalam menentukan skala misal 6 antara 5 dan 7

Keterangan:

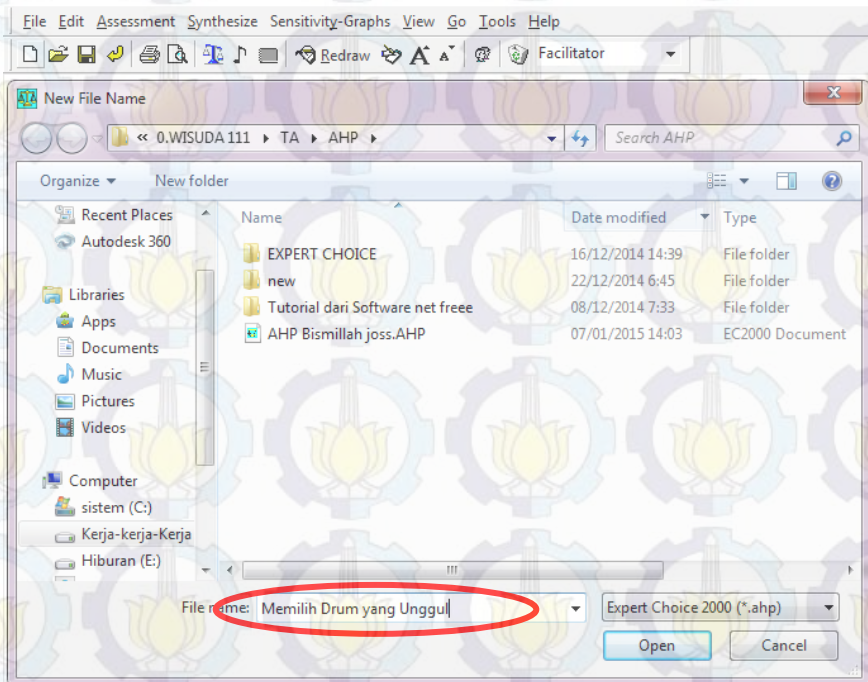
\*Jika elemen pada kolom kiri lebih penting dibandingkan dengan kolom kanan, maka berikan penilaian pada kolom kiri dan jika sebaliknya, maka berikan di sebelah kanan

\*Penilaian ditandai dengan tanda (X)

#### 4.2.3. Proses Pengambilan Keputusan dengan Expert Choice

Setelah mendapatkan penilaian dari semua responden, langkah berikutnya adalah mengkombinasikan penilaian-penilaian tersebut dengan menggunakan software Expert Choice. Adapun langkah-langkah dalam menggunakan software ini adalah sebagai berikut:

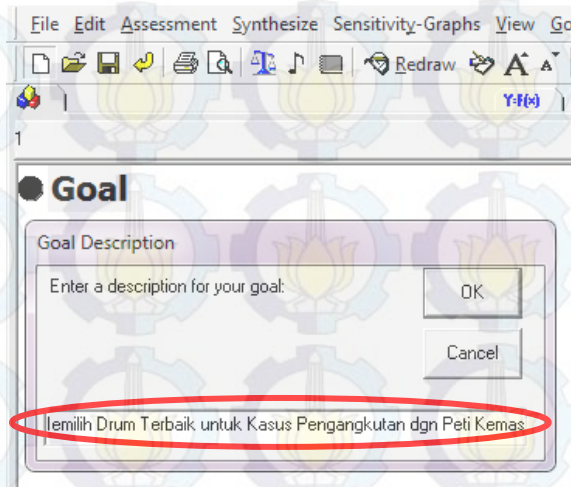
##### 1) Membuat Proyek, Menentukan Tujuan, Kriteria dan Alternatif.



Gambar 4:9 Membuat Proyek

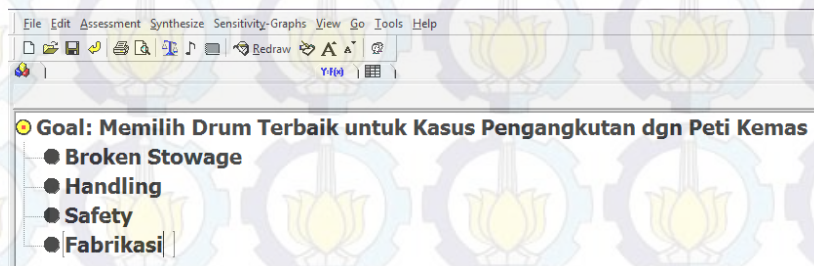


Setelah software dibuka, langkah pertama yang dilakukan adalah menulis nama proyek dan menyimpannya. Bisa dilihat contoh seperti gambar di atas. File name: memilih drum yang unggul.



Gambar 4:10 Menentukan Tujuan

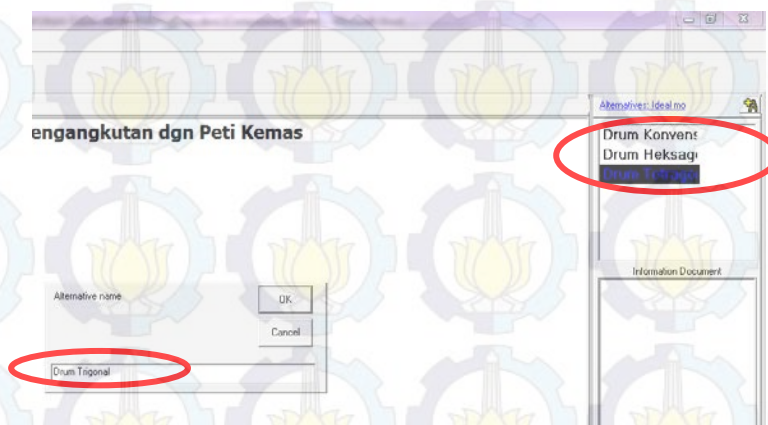
Setelah proyek diberi nama dan disimpan, langkah selanjutnya menentukan tujuan yang ingin dicapai dari proses pengambilan keputusan. Tujuan untuk penelitian ini adalah memilih drum terbaik untuk kasus pengangkutan dengan peti kemas.



Gambar 4:11 Membuat Kriteria

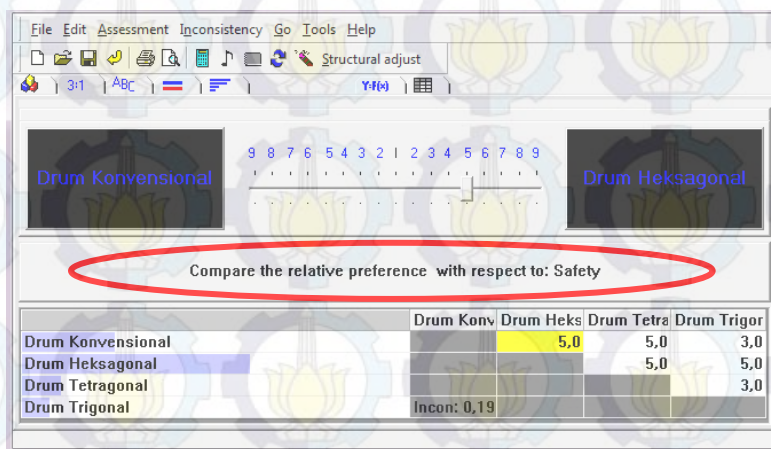
Langkah berikutnya adalah memasukkan kriteria drum terbaik untuk kasus pengangkutan dengan peti kemas. Kriteria-kriteria ini: *broken stowage*, *handling*, *safety* dan *Fabrikasi* didapatkan dari study literatur dan hasil wawancara dengan responden perwakilan EMKL, Shipping, Shipper, PBM, Produsen Drum dan Akademisi. Setelah itu, memasukkan alternatif drum: heksagonal, konvensional, tetragonal dan trigonal. Bisa dilihat gambar di bawah ini.





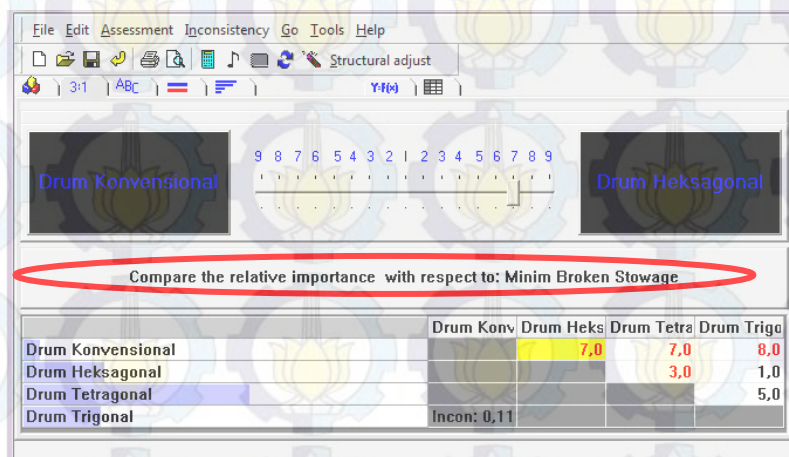
Gambar 4:12 Memasukkan Alternatif

## 2) Melakukan pembobotan untuk Kriteria dan Alternatif.



Gambar 4:13 Pembobotan Kriteria

Sebelum melakukan pembobotan alternatif, yang dilakukan adalah melakukan pembobotan untuk kriteria terlebih dahulu. Sudah tersedia angka bobot seperti di kuesioner, 1 sampai 9. Tinggal memasukkan sesuai penilaian responden. Bisa dilihat contoh di atas.

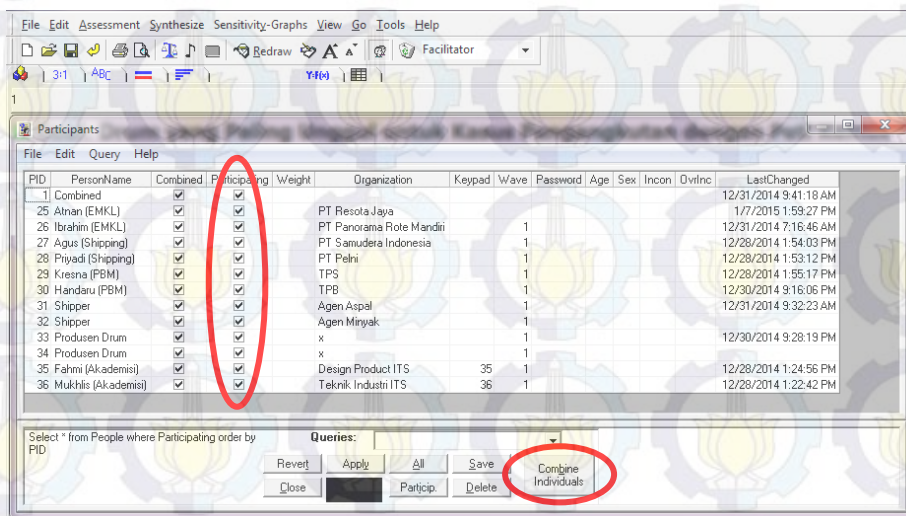


Gambar 4:14 Pembobotan Alternatif



Kemudian dilakukan pembobotan alternatif. Caranya sama dengan pembobotan kriteria. Sudah tersedia angka bobot seperti di kuesioner: 1 sampai 9. Bisa dilihat pada gambar di atas.

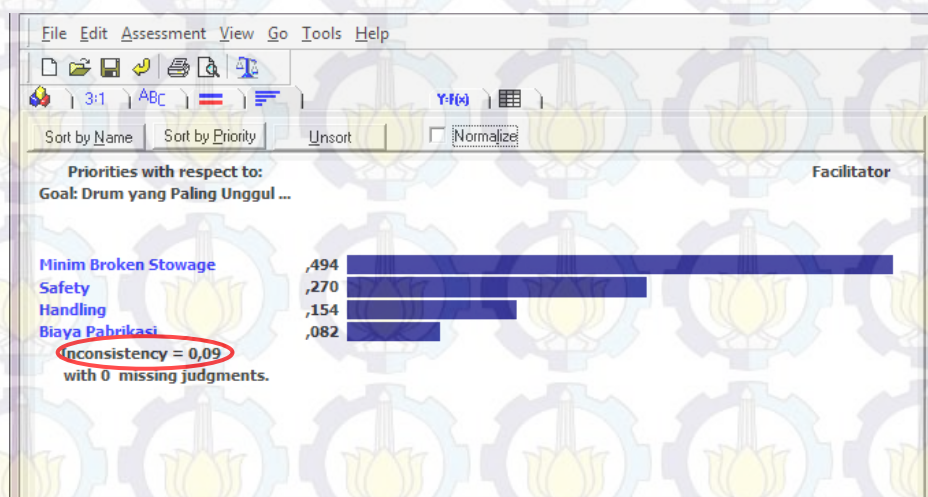
### 3) Mengkombinasikan Penilaian Responden



Gambar 4:15 Cara Mengkombinasikan Penilaian Responden

Setelah memasukkan penilaian dari semua responden, langkah selanjutnya adalah melihat penilaian kombinasi per bidang dan kombinasi dari semua penilaian responden. Jika ingin melihat penilaian EMKL saja, hapus tanda centang responden dari bidang-bidang yang lainnya di kolom *participating* dan klik *combine individuals*. Jika ingin melihat hasil penilaian dari keseluruhan responden, centang semua dan klik *combine individuals*. Bisa dilihat contoh di atas.

### 4) Pengujian Tingkat Konsisten

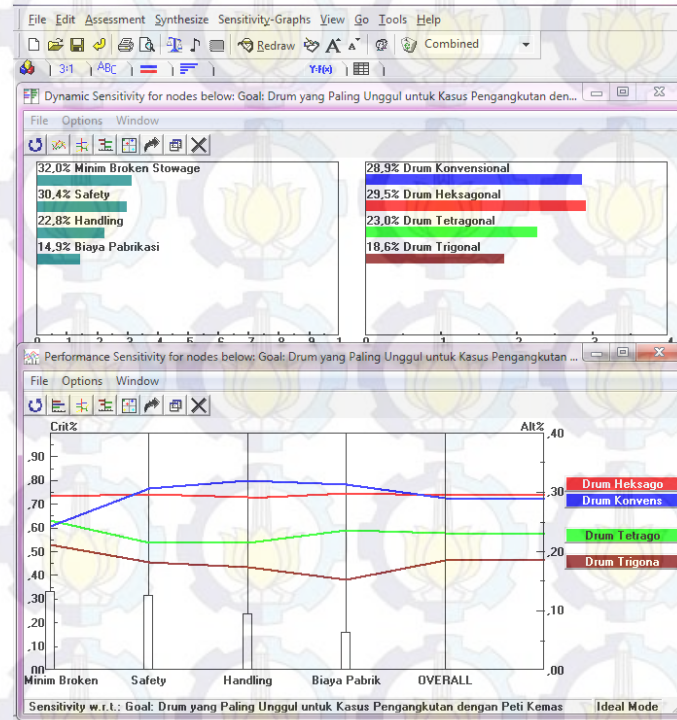


Gambar 4:16 Tingkat Konsisten



Penilaian responden dapat diterima jika nilai *inconsistency*  $\leq 0,1$ . Nilai *inconsistency* yang  $\leq 0,1$  berarti tingkat konsistensinya baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Sebaliknya, jika  $> 0,1$  tidak dapat diterima atau dengan kata lain penilaian harus diulang.

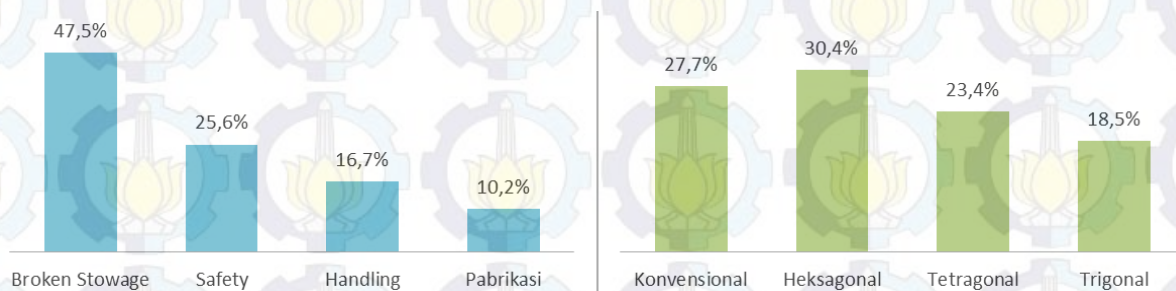
##### 5) Penyajian Data dan Analisis Sensitifitas



Gambar 4:17 Penyajian Data dan Analisis Sensitifitas

Contoh gambar di atas adalah hasil kombinasi dari semua responden. Selain mengetahui hasil akhir penilaian, bisa juga dilakukan analisis sensitifitas drum terpilih terhadap semua kriteria jika masing-masing kriteria itu dinaikkan atau diturunkan.

##### 4.2.4. Penilaian Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL)



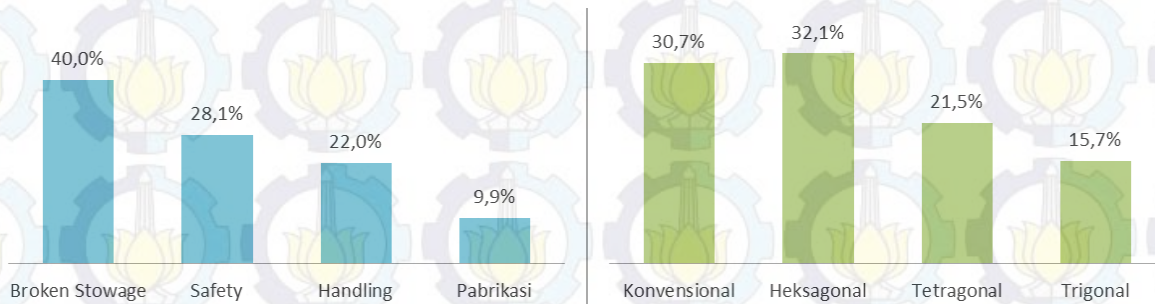
Gambar 4:18 Penilaian EMKL

Seperti yang tertampil pada gambar di atas, menurut penilaian EMKL, kriteria utama drum yang paling harus diprioritaskan adalah *minim broken stowage* kemudian *safety*. Untuk



drum yang paling cocok di kriteria tersebut adalah drum heksagonal dan di urutan kedua drum konvensional.

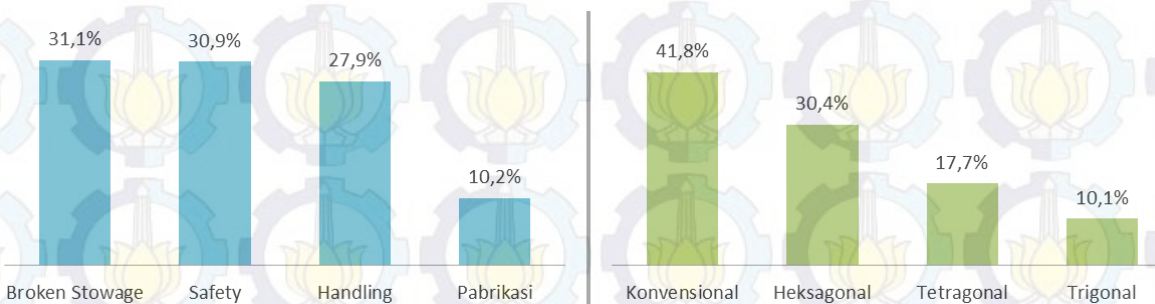
#### 4.2.5. Penilaian Shipper



Gambar 4:19 Penilaian Shipper

Penilaian Shipper sama dengan penilaian EMKL, kriteria utama drum yang paling harus diprioritaskan adalah minim *broken stowage* kemudian *safety*. Kemudian drum yang paling cocok di kriteria tersebut adalah drum heksagonal dan di urutan kedua drum konvensional.

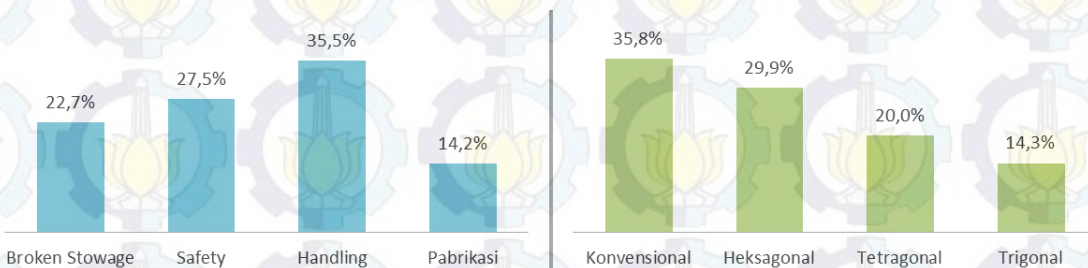
#### 4.2.6. Penilaian Shipping



Gambar 4:20 Penilaian Shipping

Menurut Shipping, kriteria utama drum yang paling harus diprioritaskan adalah minim *broken stowage* kemudian *safety*. Drum yang paling cocok di kriteria tersebut adalah drum konvensional dan di urutan kedua drum heksagonal.

#### 4.2.7. Penilaian Perusahaan Bongkar –Muat (PBM)

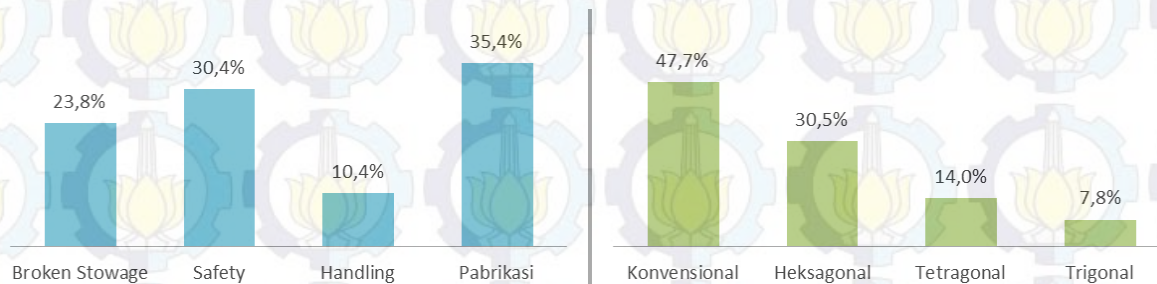


Gambar 4:21 Penilaian PBM



Menurut PBM, kriteria utama drum yang paling harus diprioritaskan adalah mudah dalam handling. Drum yang paling cocok di kriteria tersebut adalah drum konvensional dan di urutan kedua drum heksagonal.

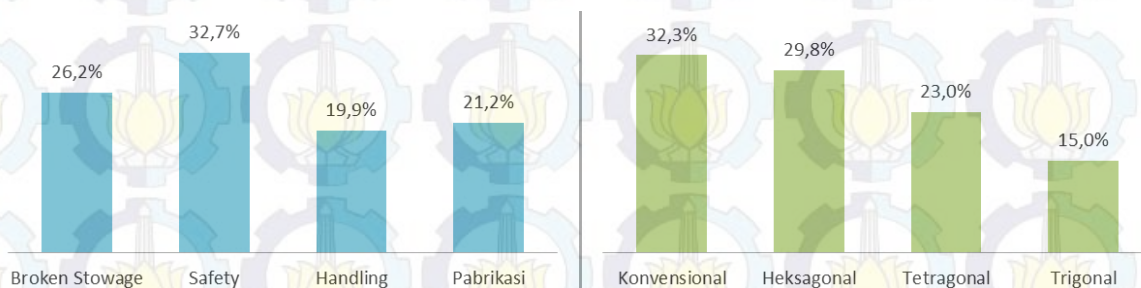
#### 4.2.8. Penilaian Produsen Drum



Gambar 4:22 Penilaian Produsen Drum

Menurut produsen drum, kriteria utama drum yang paling harus diprioritaskan adalah biaya dan proses pabrikasi kemudian safety. Drum yang paling cocok di kriteria tersebut adalah drum konvensional dan di urutan kedua drum heksagonal.

#### 4.2.9. Penilaian Akademisi



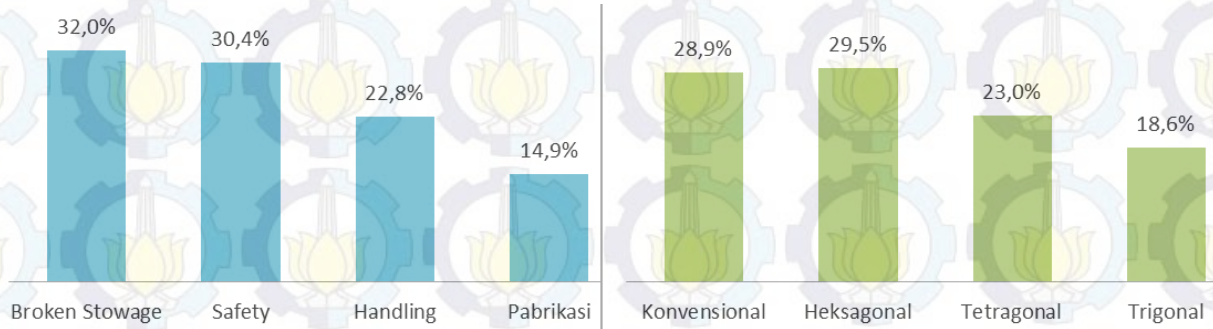
Gambar 4:23 Penilaian Akademisi

Menurut Akademisi, kriteria utama drum yang paling harus diprioritaskan adalah safety kemudian minim *broken stowage*. Drum yang paling cocok di kriteria tersebut adalah drum konvensional dan di urutan kedua drum heksagonal.

#### 4.2.10. Kombinasi Semua Responden

Berikut ini adalah gabungan penilaian dari EMKL, Shipper, Shipping, PBM, Produsen Drum dan Akademisi. Dari hasil gabungan penilaian semua bidang tersebut didapatkan kriteria utama dalam pemilihan drum yang unggul untuk kasus pengangkutan dengan peti kemas sebagai berikut.

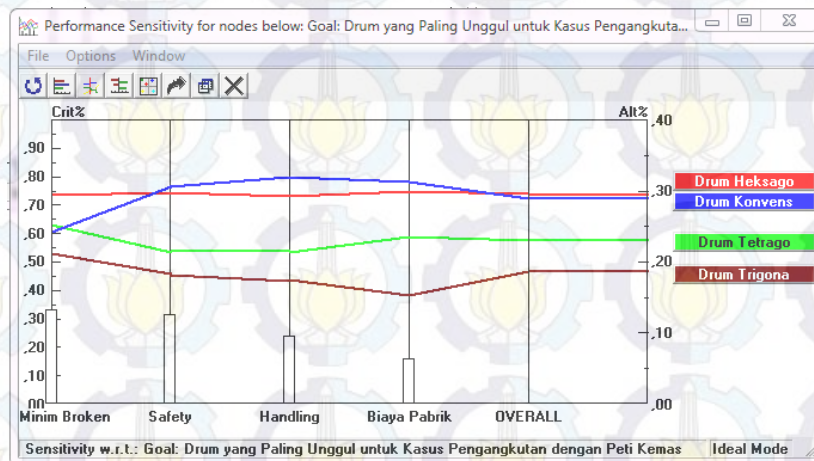




Gambar 4:24 Hasil Kombinasi Semua Responden

Dilihat dari tabel di atas, ternyata kriteria *broken stowage* merupakan hal yang sangat diperhatikan dalam kasus drum yang diangkut dengan peti kemas. Kemudian didapatkan pula dua drum yang unggul: posisi pertama heksagonal dan di posisi kedua drum konvensional.

#### 4.2.11. Analisis Sensitifitas



Gambar di atas adalah *performance sensitivity* yang menunjukkan hasil dari yang kombinasi semua responden dan tingkat sensitifnya jika secara bergantian semua kriteria dinaikkan. Setelah dicoba menaikkan masing-masing kriteria sebesar 10%, ternyata drum heksagonal masih lebih unggul daripada drum konvensional dan yang lainnya.



### 4.3. Perhitungan Perbandingan Broken Stowage

Langkah-langkah dalam menghitung perbandingan *broken stowage* antara drum heksagonal dan drum konvensional adalah sebagai berikut. Pertama, memilih peti kemas yang sama. Peti kemas yang dipilih untuk membandingkan *broken stowage* berukuran 20 ft. Sebenarnya bisa juga menggunakan peti kemas berukuran 40 ft atau 45 ft, tapi untuk penelitian ini menggunakan peti kemas ukuran 20 ft karena pada prinsipnya sama. Kedua, mencari dimensi drum heksagonal. Volume drum heksagonal dibuat sama dengan drum konvensional. Ketiga, setelah mendapatkan dimensi drum heksagonal yang bervolume sama dengan drum konvensional, langkah selanjutnya adalah membandingkan jumlah drum yang dapat diisi ke dalam satu peti kemas ukuran 20 ft. Langkah-langkah detail perhitungan tersaji pada sub bab selanjutnya.

#### 4.3.1. Peti Kemas Pilihan

Seperti yang telah dijelaskan di atas terkait pemilihan ukuran peti kemas. Peti kemas yang digunakan untuk penelitian ini berukuran 20 ft. Dimensi dalam dan dimensi luar peti kemas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4:4 Dimensi Peti Kemas ukuran 20 ft

Dimensi dalam		Dimensi luar	
Panjang	5898 mm	Panjang	6058 mm
Lebar	2352 mm	Lebar	2438 mm
Tinggi	2385 mm	Tinggi	2591 mm
Luas alas	13.872.096 mm	Luas alas	14.769.404 mm
Volume	33.084.948.960 mm <sup>3</sup>	Volume	38.267.525.764 mm <sup>3</sup>

(Sumber: <http://berthing.files.wordpress.com/2010/12/dimensi-container-2.jpg>)

#### 4.3.2. Drum Konvensional yang Digunakan

Drum konvensional yang digunakan adalah drum baja yang berstandar internasional ukuran 200 liter. Drum ini biasa digunakan pada shipping container untuk mengangkut muatan bahan-bahan kimia atau liquid lainnya seperti oli, solar, premium dan aspal. Berikut ini adalah tabel dimensi dalam dan dimensi luarnya.

Tabel 4:5 Dimensi Drum Konvensional

Diameter	572 mm	Diameter	584 mm
Jari-jari	286 mm	Jari-jari	292 mm
Tinggi	851 mm	Tinggi	876 mm
Luas alas	256.839 mm	Luas alas	267.729 mm
Volume	218.570.363 mm <sup>3</sup>	Volume	234.530.569 mm <sup>3</sup>

(Sumber: [http://en.wikipedia.org/wiki/Drum\\_\(container\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Drum_(container)))



#### 4.3.3. Drum Heksagonal

Untuk menghitung dimensi drum heksagonal diasumsikan bahwa diameter alas drum konvensional merupakan diameter kecil alas drum heksagonal seperti yang tervisual pada gambar berikut ini. Artinya, diameter lingkaran sama dengan lebar heksagonal.



Gambar 4:25 Diameter Alas Drum Konvensional = Diameter Kecil Alas Drum Heksagonal

Dengan volume yang dibuat sama dengan volume drum konvensional dan asumsi diameter drum konvensional merupakan diameter kecil drum heksagonal, maka didapat dimensi dalam dan dimensi luar drum heksagonal seperti yang ada pada tabel berikut ini.

Tabel 4:6 Dimensi Drum Heksagonal

Dimensi dalam		Dimensi luar	
Panjang diagonal	660,489 mm	Panjang diagonal	674,345 mm
Panjang sisi	330,244 mm	Panjang sisi	337,173 mm
Tinggi	771,4 mm	Tinggi	794,0 mm
Lebar	572,0 mm	Lebar	584,00 mm
Luas alas	283.350 mm	Luas alas	295.363 mm
Volume	218.570.363 mm <sup>3</sup>	Volume	234.530.569 mm <sup>3</sup>

Penjelasan perhitungan pada tabel di atas adalah sebagai berikut:

1. Diameter lingkaran alas drum konvensional sama dengan diameter kecil (lebar) alas drum heksagonal. Sehingga dari asumsi ini dan diketahui bahwa rumus mencari diameter kecil heksagonal adalah panjang sisi dikali  $\sqrt{3}$ , bisa dicari panjang sisi drum heksagonal dengan rumus  $\frac{d \text{ silinder}}{\sqrt{3}}$ .
2. Setelah panjang sisi drum heksagonal diketahui, bisa dihitung diameter besar (panjang diagonal) drum heksagonal dengan rumus 2 dikali panjang sisi. Kemudian menghitung luas alas drum heksagonal dengan rumus  $A = \frac{3\sqrt{3}}{2}s^2 \simeq 2,598076211s^2$ .
3. Dengan volume dibuat sama dengan drum konvensional, bisa didapatkan tinggi drum dengan rumus volume dibagi luas alas.



#### 4.3.4. Perbandingan Batas

Berikut ini adalah perbandingan batas yang menunjukkan tingkat pemakaian ruang (*Space Utilization*) oleh drum konvensional dan drum heksagonal. Perhitungan ini masih secara matematis tanpa memperhatikan keutuhan drum.

Tabel 4:7 Perbandingan Batas

Faktor Pembanding	Drum Konvensional	Drum Heksagonal
jumlah drum/ layer (unit)	51	46
maks tumpukan (unit)	2	3
utility volume (mm3)	23.922.118.034	32.365.218.516
utility volume (%)	72%	98%
broken stowage (mm3)	9.162.830.926	719.730.444
broken stowage (%)	28%	2%

Secara perhitungan matematis, jumlah drum konvensional yang bisa dimuati lebih banyak ketimbang drum heksagonal karena mengabaikan tingkat keutuhan dari drum. Untuk memaksimalkan pemanfaatan ruang yang dimuati drum heksagonal, ada beberapa drum yang harus dipecah-pecah, akan tetapi tentu ini tidak akan bisa digunakan, sehingga harus dihitung bagian drum yang utuh saja.

#### 4.3.5. Uji Dimensi

Pada uji dimensi dilakukan penyusunan drum untuk mengetahui jumlah drum yang bisa dimuat ke dalam peti kemas secara utuh. Artinya, akan dilihat jumlah drum yang bisa menempati satu peti kemas ukuran 20 ft dari penyusunan secara memanjang, melebar dan tumpukan (tinggi). Jumlah drum yang dapat dimuati ada pada tabel berikut ini.

Tabel 4:8 Uji Dimensi

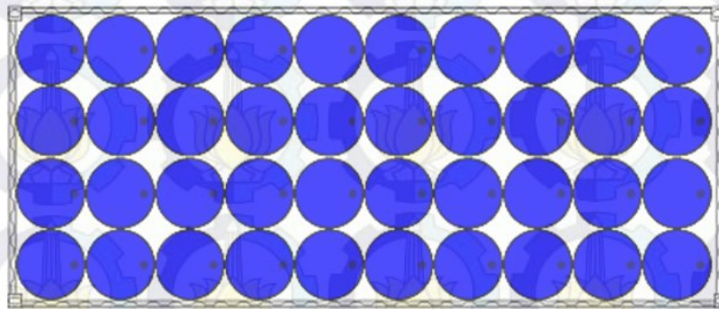
Jenis Drum		unit
Drum Konvensional	panjang	10
	lebar	4
	tinggi	2
Drum Heksagonal	panjang	11
	lebar	4
	tinggi	3



#### 4.3.6. Visual Kondisi Susunan Drum

##### a) Drum Konvensional

Dari susunan memanjang, dengan diameter alas satu drum 584 mm, drum konvensional bisa dimuati sampai 10 drum dengan dibatasi ukuran panjang peti kemas sebesar 5898 mm. Dari susunan melebar, dengan diameter alas satu drum 584 mm, drum konvensional bisa dimuati sampai 4 drum dengan dibatasi ukuran lebar peti kemas sebesar 2352 mm. Dari susunan meninggi, dengan tinggi satu drum 876 mm, drum konvensional bisa dimuati sampai 2 drum dengan dibatasi ukuran tinggi peti kemas sebesar 2385 mm.



Gambar 4:26 Susunan Drum Konvensional di Dalam Peti Kemas 20 ft

##### b) Drum Heksagonal

Dari susunan memanjang, dengan diameter besar (panjang diagonal) alas satu drum 674,3451 mm dan panjang sisi satu drum 337,1726 mm, drum heksagonal bisa dimuati sampai 11 drum dengan dibatasi ukuran panjang peti kemas sebesar 5898 mm. Dari susunan melebar, dengan diameter kecil alas satu drum 584 mm, drum heksagonal bisa dimuati sampai 4 drum dengan dibatasi ukuran lebar peti kemas sebesar 2352 mm. Dari susunan meninggi, dengan tinggi satu drum 794 mm, drum heksagonal bisa dimuati sampai 3 drum dengan dibatasi ukuran tinggi peti kemas sebesar 2385 mm.



Gambar 4:27 Susunan Drum Heksagonal di dalam Peti Kemas 20 ft



#### 4.3.7. Perbandingan Nyata

Setelah dilakukan perbandingan batas *space utilization* terhadap perbedaan bentuk drum dengan menggunakan jumlah drum yang bisa dimuati ke dalam peti kemas secara utuh serta dilakukan uji dimensi, didapatkan perbandingan nyata sebagai berikut.

Tabel 4:9 Perbandingan Nyata

Drum Konvensional		Faktor pembatas	status
jumlah drum/ layer (unit)	40	51	ok
maks tumpukan (unit)	2	2	ok
utility volume (mm3)	18.762.445.517	23.922.118.034	ok
utility volume (%)	57%	72%	ok
broken stowage (mm3)	14.322.503.443	9.162.830.926	ok
broken stowage (%)	43%	28%	ok
Drum Heksagonal		Faktor pembatas	
jumlah drum/ layer (unit)	44	46	ok
maks tumpukan (unit)	3	3	ok
utility volume (mm3)	30.958.035.103	32.365.218.516	ok
utility volume (%)	94%	98%	ok
broken stowage (mm3)	2.126.913.857	719.730.444	ok
broken stowage (%)	6%	2%	ok

#### 4.3.8. Kesimpulan Perhitungan Perbandingan Drum

- Penggunaan drum heksagonal mampu mengurangi *broken stowage* hingga 37 %. Dengan rincian perbandingan sebagai berikut :
  - *Broken stowage* penggunaan drum konvensional 43 %
  - *Broken stowage* penggunaan drum heksagonal 6 %
- Penggunaan drum heksagonal mampu mengangkut 52 drum lebih banyak daripada penggunaan drum konvensional. Dengan rincian perbandingan sebagai berikut :
  - Jumlah drum konvensional yang dapat diangkut oleh satu peti kemas ukuran 20 feet adalah 40 buah. Tiap layer mempunyai batas tumpukan maksimum 2 layer. Sehingga total jumlah drum konvensional yang bisa dimuat ke dalam peti kemas 20 feet adalah 80 unit.
  - Apabila menggunakan drum heksagonal, jumlah drum yang dapat diangkut oleh satu peti kemas ukuran 20 feet adalah 44 buah. Tiap layer mempunyai batas tumpukan maksimum 3 layer. Sehingga total jumlah drum hexagonal yang bisa dimuat ke dalam peti kemas 20 feet adalah 132 unit.



#### 4.4. Kelayakan Kekuatan Struktur

Berdasarkan hasil penilaian dari semua responden yang dikombinasikan dengan metode *Analytical Hierarchy Process*, drum yang paling unggul adalah bentuk heksagonal. Maka dari itu, setelah menghitung perbandingan *broken stowage* pada sub bab sebelumnya, pada sub bab ini akan dihitung kelayakan kekuatan struktur drum heksagonal. Kemudian akan dihitung pula kelayakan kekuatan struktur drum bentuk tetragonal sebagai pembanding.

##### 4.4.1. Kelayakan Kekuatan Struktur Drum Heksagonal

Untuk mengetahui kekuatan struktur satu drum heksagonal yang di dalam peti kemas dia menahan beban dua drum di atasnya, akan digunakan prinsip menghitung Kolom. Kolom adalah batang yang mendapatkan gaya tekan sejajar dengan sumbunya. Yang akan dihitung di sini adalah beban kritis ( $P_{cr}$ ) atau dengan kata lain beban maksimal yang bisa ditopang oleh drum agar tidak mengalami buckling (tekukan).

Adapun langkah-langkah untuk menguji kelayakan topang drum adalah sebagai berikut:

- Menghitung momen inersia prisma segi enam.  $I = \frac{5}{12} \times m \times (S_1^2 + S_2^2)$   
Sumber: <http://www.yohanessurya.com>.  $S_1$  adalah sisi dalam segi enam, sedangkan  $S_2$  adalah sisi luar segi enam.
  - Menghitung tinggi efektif ( $L_e$ ) drum. Kondisi drum diasumsikan jepit-jepit, sehingga  $L_e = 0,5 L$ .
  - Modulus Young ( $E$ ) plat = 200.000 Mpa. Sumber: <http://dodybrahmantyo.dosen.narotama.ac.id>
  - Rumus Beban Kritis untuk kasus jepit-jepit.  $P_{cr} = (4 \times \pi^2 \times E \times I) / L_e^2$ .
- Perhitungan detail ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4:10 Perhitungan Kelayakan Kekuatan Struktur

Element	Nilai	Satuan
m 1 drum kosong	10,05	Kg
$S_1$	0,330	m
$S_2$	0,337	m
$I$	570,380	Kg.m <sup>2</sup>
$E$	200.000	Mpa
$L_e$	0,438	m
$P_{cr} = w$	11.331,833	Kn
$G$	10	m <sup>2</sup> /s
m maks beban	1.133	Kg
m 1 drum isi aspal	155	Kg
Tumpukan Drum	7,3	Unit



Setelah dilakukan perhitungan, ternyata drum heksagonal bisa menopang maksimal sampai 7 drum berisi aspal 155 Kg di atasnya. Sedangkan untuk kondisi di peti kemas hanya 2 drum. Artinya, dari sisi kekuatan struktur, drum heksagonal sangat layak digunakan.

#### 4.4.2. Kelayakan Kekuatan Struktur Drum Tetragonal

Cara mencari beban kritis drum tetragonal sama dengan cara mencari beban kritis drum heksagonal. Namun yang membedakan adalah formula mencari momen inersianya. Momen inersia drum tetragonal menggunakan rumus mencari momen inersia pada balok berongga sebagai berikut  $I = 1/6 \times m \times (S_1^2 + S_2^2)$ . Berikut ini adalah hasil perhitungannya.

Tabel 4:11 Perhitungan Kelayakan Struktur Drum Tetragonal

Element	Nilai	Satuan
m 1 drum kosong	10,14	Kg
S1	0,517	m
S2	0,507	m
I	528,444	Kg.m <sup>2</sup>
E	200.000	Mpa
Le	0,438	m
Pcr = w	9.516,434	Kn
G	10	m <sup>2</sup> /s
m maks beban	952	Kg
m 1 drum isi aspal	155	Kg
Tumpukan Drum	6,1	Unit

Setelah dilakukan perhitungan, ternyata drum tetragonal bisa menopang maksimal sampai 6 drum berisi aspal 155 Kg di atasnya, lebih sedikit dibandingkan drum heksagonal yang bisa sampai 7 drum. Perbedaan ini dikarenakan tinggi dan momen inersia drum yang berbeda. Tinggi drum heksagonal adalah 794,041 mm, sedangkan drum tetragonal 876 mm. Momen inersia drum heksagonal sebesar 570,380 Kg.m<sup>2</sup>, sedangkan drum tetragonal 528,444 Kg.m<sup>2</sup>. Berdasarkan teori Mekanika Teknik tentang *buckling*, semakin tinggi kolom, maka akan semakin lemah kolom tersebut. Kemudian semakin besar momen inersia, maka semakin kuat pula kolom tersebut dalam menopang beban.

#### 4.5. Kelayakan Berdasarkan Batas Berat Muatan Satu Peti Kemas

Setelah mengetahui perbandingan jumlah drum antara bentuk konvensional dan heksagonal dalam satu container 20 ft pada perhitungan sebelumnya. Pada sub bab ini dihitung kelayakan angkut drum heksagonal. Untuk itu, sebelumnya akan dicari berat satu



drum aspal kosong baik bentuk konvensional maupun yang heksagonal. Perhitungan detail ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4:12 Perhitungan Berat Masing-masing Drum

	Drum Konvensional	Drum Heksagonal
luas permukaan drum (mm <sup>2</sup> )	2.141.832	2.197.100
Tebal pelat (mm)	6	6
volume(mm <sup>3</sup> )	12.850.990	13.182.600
masa jenis besi (kg/m <sup>3</sup> )	7850	7850
Berat Drum (kg)	9,99	10,05

Kemudian dilakukan perhitungan kelayakan berat. Setelah dihitung, ternyata total berat drum heksagonal dalam satu container sebesar 21.787 Kg. Sedangkan berat maksimal yang diperbolehkan untuk diangkut oleh satu container adalah 21.800 Kg. Jadi, berat total drum heksagonal masih memenuhi persyaratan. Perhitungan detail dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4:13 Kelayakan Berat Muatan

	Drum Konvensional	Drum Heksagonal
Berat Maksimal Muatan Container (Kg)	21.800	21.800
Jumlah Drum per Layer	40	44
Maksimal Tumpukan	2	3
Jumlah Drum dalam Satu Container	80	132
Kapasitas 1 drum Aspal (Kg)	155	155
Berat 1 drum aspal kosong (Kg)	9,99	10,05
Total berat drum berisi aspal	13.199	21.787

#### 4.6. Perbandingan Banyak Muatan yang Diangkut

Telah diketahui perbandingan jumlah drum antara bentuk konvensional dan heksagonal dalam satu kontainer 20 ft. Kemudian pada sub bab ini akan dihitung perbandingan banyak muatan yang diangkut. Diambil percobaan mengangkut solar dan drum. Perhitungan detail dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4:14 Perbandingan Kemampuan Angkut, Muatan Solar

	Drum Konvensional	Drum Heksagonal
Jumlah Drum per Layer	40	44
Maksimal Tumpukan	2	3
Jumlah Drum dalam Satu Container	80	132
Kapasitas 1 drum (liter)	200	200
Kemampuan Angkut (liter)	16.000	26.400



Dari perhitungan yang tersaji pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa di dalam satu kontainer ukuran 20 ft drum heksagonal mampu mengangkut muatan solar 10,4 kL lebih banyak daripada drum konvensional.

Tabel 4:15 Perbandingan Kemampuan Angkut, Muatan Aspal

	Drum Konvensional	Drum Heksagonal
Berat Maksimal Muatan Container (Kg)	21.800	21.800
Jumlah Drum per Layer	40	44
Maksimal Tumpukan	2	3
Jumlah Drum dalam Satu Container	80	132
Kapasitas 1 Drum Aspal (Kg)	155	155
Kemampuan Angkut (Kg)	12.400	20.460

Dari perhitungan yang tersaji pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa di dalam satu kontainer ukuran 20 ft drum heksagonal mampu mengangkut muatan aspal 8,06 ton lebih banyak daripada drum konvensional.

#### 4.7. Perbandingan Biaya Transportasi Darat

Pada sub bab ini akan dilihat seberapa besar penurunan biaya transportasi darat jika menggunakan drum heksagonal dengan skenario komposisi 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan 100%.

Adapun asumsi-asumsi dan data yang diperlukan adalah:

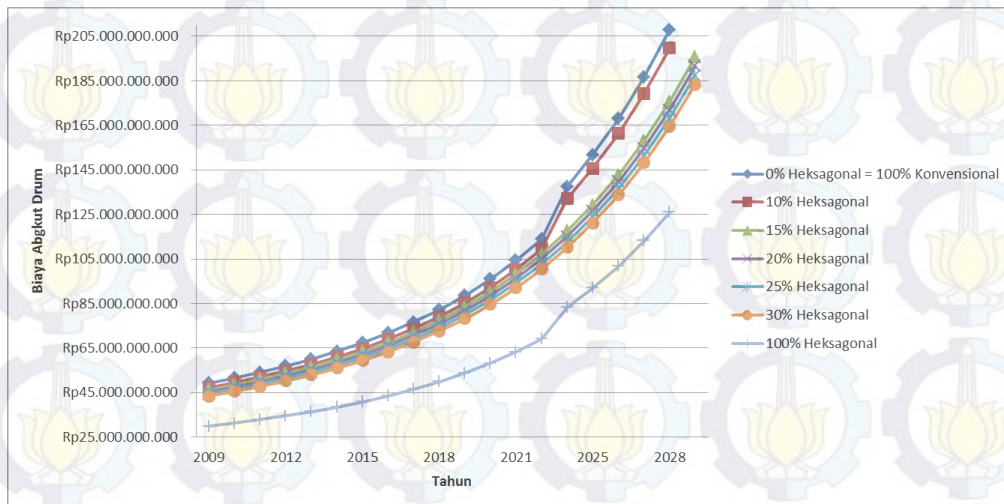
- Tarif satu truck Rp2000.000 dengan jarak tempuh 60 Km.
- Peningkatan tarif angkut per tahun 4,5%.
- Proyeksi demand drum ke NTT tahun 2009-2028

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan penurunan biaya untuk tiap-tiap skenario seperti pada tabel dan grafik di bawah ini. Perhitungan detail ada pada lampiran.

Tabel 4:16 Penurunan Biaya Angkut Transportasi Darat

Skenario Komposisi Drum Heksagonal	Penurunan Biaya
10%	4%
15%	6%
20%	8%
25%	10%
30%	12%
100%	39%





Gambar 4:28 Persentase Penurunan Biaya Angkut

#### 4.8. Perbandingan Biaya Transportasi Laut

Pada sub bab ini akan dilihat seberapa besar penurunan biaya transportasi laut jika menggunakan drum heksagonal dengan sekenario komposisi 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan 100%.

Adapun asumsi-asumsi dan data yang diperlukan adalah:

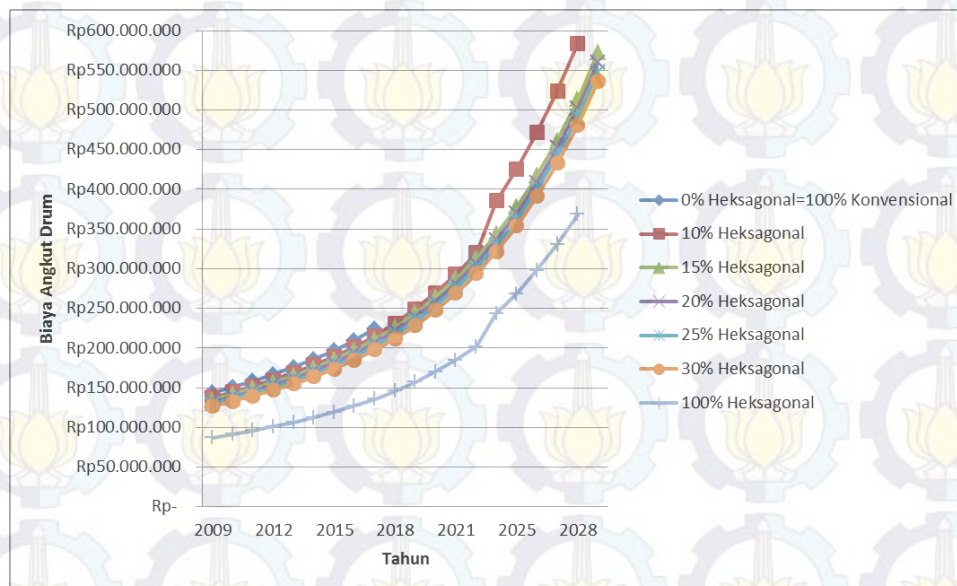
- Freight Surabaya-NTT Rp 5.500.000
- Peningkatan freight per tahun 4,5%.
- Proyeksi demand drum ke NTT tahun 2009-2028

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan penurunan biaya untuk tiap-tiap skenario seperti pada tabel dan grafik di bawah ini. Perhitungan detail ada pada lampiran.

Tabel 4:17 Penurunan Biaya Angkut Transportasi Laut

Skenario Komposisi Drum Heksagonal	Penurunan Biaya
10%	4%
15%	6%
20%	8%
25%	10%
30%	12%
100%	39%





Gambar 4:29 Penurunan Biaya Transportasi Laut

#### 4.9. Perbandingan Biaya Bahan Baku

Dimensi drum heksagonal telah didapatkan saat menghitung perbandingan *broken stowage* antara drum heksagonal dengan drum konvensional. Dimensi ini diperlukan untuk mengetahui luas permukaan drum heksagonal dan drum konvensional. Luas permukaan drum ini digunakan untuk mengetahui jumlah plat yang dipakai untuk pembuatan drum.

Rumus untuk mencari luas permukaan drum konvensional menggunakan rumus luas selimut tabung sebagai berikut:  $2 \pi r (r + t)$ . Sedangkan untuk luas permukaan drum heksagonal:  $(\pi r^2 \times 2) + (S \times t) \times 6$ . Ketebalan plat yang biasa digunakan sebagai bahan baku drum adalah 6 mm dengan harga sekarang Rp 244.965. Dalam membandingkan biaya produksi ini, ketebalan plat drum heksagonal dan drum konvensional diasumsikan sama 6 mm. Berikut ini adalah tabel dimensi luar drum konvensional dan heksagonal.

Tabel 4:18 Dimensi Luar Drum Konvensional

Panjang diagonal	674,345 mm
Panjang sisi	337,173 mm
Tinggi	794,041 mm
Lebar	584 mm
Luas alas	295.363 mm

Tabel 4:19 Dimensi Luar Drum Heksagonal

Diameter	584 mm
Jari-jari	292 mm
Tinggi	876 mm
Luas alas	267.729 mm
Volume	224.520.560 mm <sup>3</sup>



#### 4.9.1. Biaya Bahan Baku Drum Konvensional

Setelah dilakukan perhitungan, kebutuhan plat berspesifikasi 122x244 tebal 6 mm untuk satu drum konvensional adalah 0,72 plat. Kemudian dengan demand dari drum aspal di NTT tahun 2009, didapatkan kebutuhan plat untuk memproduksi sejumlah permintaan tersebut sejumlah 707.581 unit dengan biaya Rp Rp173.332.461.514. Perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4:20 Perhitungan Kebutuhan Plat dan Biaya Bahan Baku Drum Konvensional

Luas Permukaan Drum (mm) <sup>2</sup>	2.141.832
Luas 1 plat (mm)	2.976.800
Kebutuhan Plat utk 1 drum	0,72
Harga 1 plat ketebalan 6mm	Rp 244.965
Demand Drum ke NTT	983.423
Kebutuhan plat utk demand (unit)	707.581
<b>Biaya Bahan Baku Drum Konvensional</b>	<b>Rp 173.332.461.514</b>

Uraian perhitungan di atas adalah sebagai berikut:

1. Luas permukaan drum konvensional menggunakan rumus luas selimut tabung sebagai berikut:  $2 \pi r (r + t)$ . Didapatkan luas permukaan drum 2.141.832 mm<sup>2</sup>
2. Spesifikasi plat 122x244. Luasnya 2.976.800 mm.
3. Sehingga didapat kebutuhan plat berspesifikasi 122x244 untuk satu drum konvensional sebanyak 0,72 plat dari membagi luas permukaan drum dengan luas plat.
4. Kebutuhan plat didapatkan dari demand drum di NTT tahun dikali 0,72 plat.
5. Biaya bahan baku didapatkan dari kebutuhan plat dikali harga plat.

#### 4.9.2. Biaya Bahan Baku Drum Heksagonal

Dengan cara yang sama, setelah dilakukan perhitungan, kebutuhan plat berspesifikasi 122x244 tebal 6 mm untuk satu drum heksagonal adalah 0,72 plat. Kemudian dengan demand dari drum aspal di NTT tahun 2009, didapatkan kebutuhan plat untuk memproduksi sejumlah permintaan tersebut sejumlah 725.839 unit dengan biaya Rp177.805.178.929. Perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



Tabel 4:21 Perhitungan Kebutuhan Plat dan Biaya Bahan Baku Drum Heksagonal

Luas Permukaan Drum (mm) <sup>2</sup>	2.197.100
Luas 1 plat (mm)	2.976.800
Kebutuhan Plat utk 1 drum	0,74
Harga 1 plat ketebalan 6mm	Rp 244.965
Demand Drum ke NTT	983.423
Kebutuhan plat utk demand (unit)	725.839
<b>Biaya Bahan Baku Drum Heksagonal</b>	Rp 177.805.178.929

#### 4.9.3. Kesimpulan Pebandingan Biaya Bahan Baku

Jadi, untuk memenuhi permintaan drum aspal di NTT tahun 2009, kebutuhan plat drum heksagonal lebih besar daripada kebutuhan drum konvensional. Ini karena luas permukaan drum yang berbeda. Hal ini juga mengakibatkan keperluan bahan baku produksi drum berbeda. Sehingga bila ditotal, biaya bahan baku drum heksagonal lebih mahal Rp 4.472.717.415 daripada drum konvensional. Perhitungan detail tersaji pada tabel di bawah ini.

Tabel 4:22 Perbandingan Biaya Bahan Baku

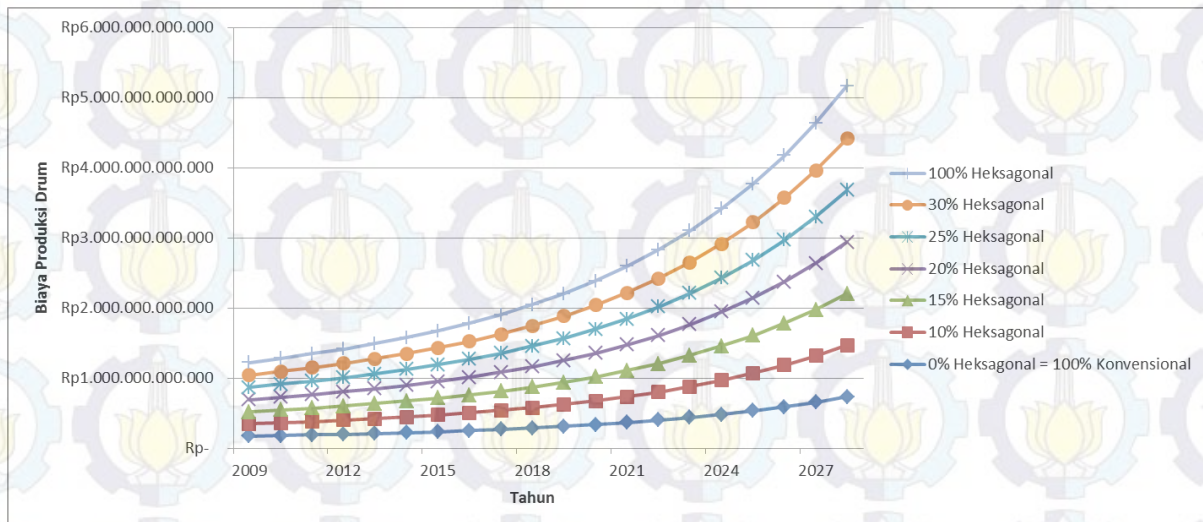
	Drum Konvensional	Drum Heksagonal
Demand Drum	983.423	983.423
Kebutuhan Plat	707.581	725.839
Biaya Bahan Baku Drum	Rp 173.332.461.514	Rp 177.805.178.929

Jika dibuat skenario drum heksagonal dengan komposisi 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan 100%, peningkatan biaya bahan baku dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini. Perhitungan detail ada pada lampiran.

Tabel 4:23 Peningkatan Biaya Bahan Baku

Skenario Komposisi Drum Heksagonal	Peningkatan Biaya
10%	0,26%
15%	0,39%
20%	0,52%
25%	0,65%
30%	0,77%
100%	2,58%





Gambar 4:30 Peningkatan Biaya Bahan Baku

#### 4.10. Perbandingan Biaya Bahan Baku dan Keuntungan Transportasi

Dilihat dari sisi fabrikasi, pembuatan drum heksagonal lebih mahal daripada drum heksagonal. Namun dari sisi transportasi, drum heksagonal bisa memberikan keuntungan yang sangat besar. Perbandingan biaya bahan baku dan biaya transportasi dapat di lihat pada tabel di bawah ini. Diambil kasus serupa yakni untuk demand drum aspal ke NTT pada tahun 2009.

Tabel 4:24 Perbandingan Biaya Bahan Baku dan Keuntungan Transportasi

Tahun	Demand	Peningkatan Biaya Pabrikasi	Penurunan Biaya Angkut		Selisih
			Darat	Laut	
2009	983.423	Rp 4.472.717.415	Rp 19.370.445.202	Rp 56.620.668	Rp 14.954.348.455

Jadi, meskipun pertambahan biaya produksi sebesar Rp 4,472 milyar, Drum heksagonal masih memberikan keuntungan karena dia bisa menghemat biaya angkut hingga Rp 19,427 milyar atau dengan kata lain masih memberikan keuntungan sebesar Rp 14,954 milyar.



## Bab 5. Analisa Teknis dan Model Drum Heksagonal

### 5.1. Proses Fabrikasi Drum Heksagonal

Raw material (bahan dasar) pembuatan drum terbagi menjadi 3 macam, yaitu *body sheet*, *head and bottom sheet*, dan *lid sheet*. *Body sheet* merupakan raw material pembuatan *body drum*, *head and bottom sheet* merupakan raw material pembuatan *top cover* dan *bottom cover*; dan *lid sheet* merupakan raw material pembuatan tutup drum.

Ukuran masing-masing raw material dapat dilihat seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 5:1 Ukuran Raw Material Drum

Raw Material	Ukuran:
Body Sheet	1580 mm x 882 mm x 0.63 mm
Head and Bottom Sheet	1900 mm x 900 mm x 0.63 mm
Lid Sheet	1125 mm x 565 mm x 0.63 mm

Pada proses pembuatan top cover dan bottom cover digunakan raw material berupa head and bottom sheet. Raw material ini kemudian diproses dengan menggunakan 150 Tons Press Machine, sehingga diperoleh top cover dan bottom cover. Untuk top cover kemudian diproses lebih lanjut dengan melubanginya menggunakan 60 Tons Press Machine, di mana lubang ini untuk tempat masuk filling aspal.

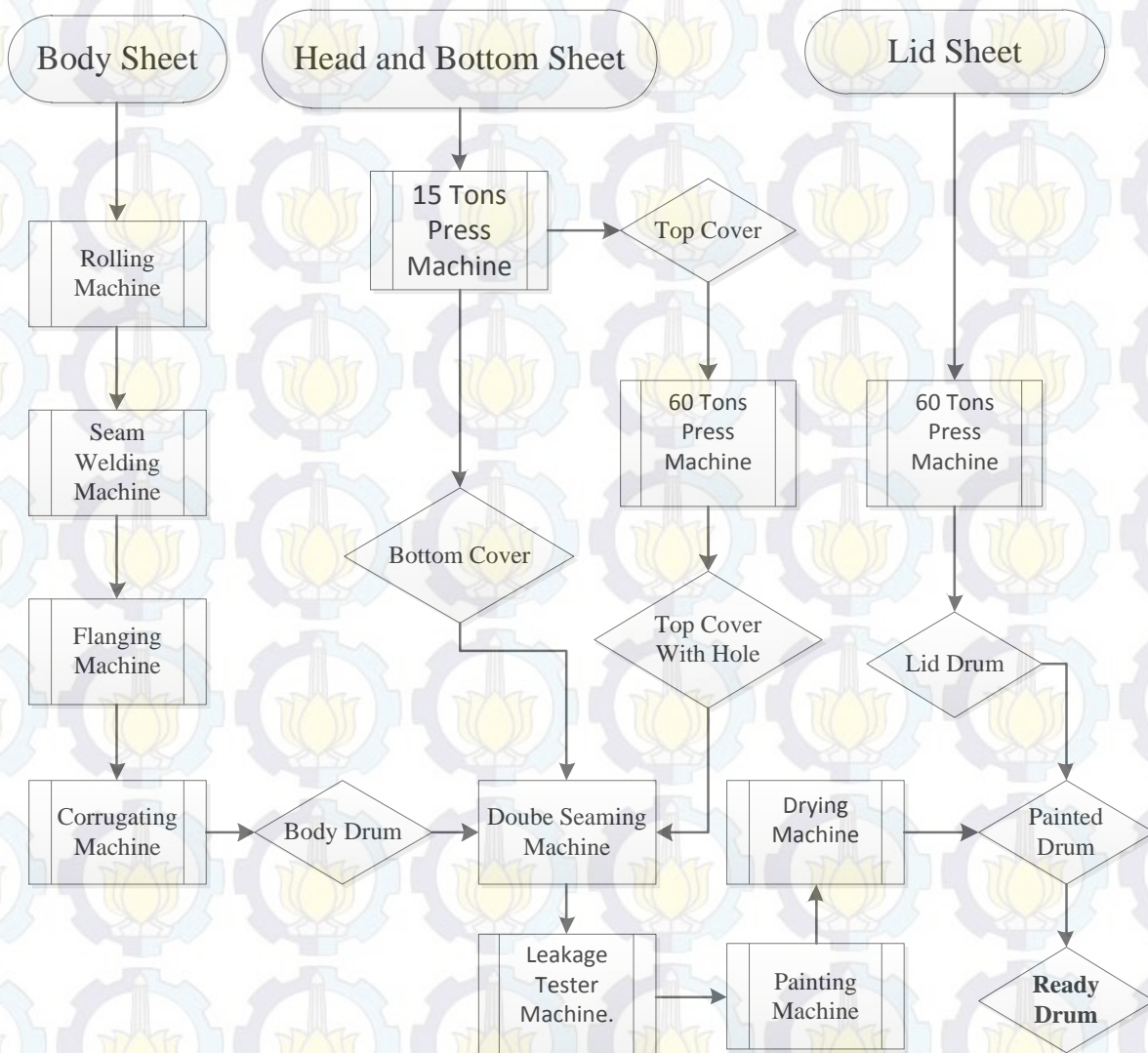
Pada proses pembuatan lid drum (tutup drum) digunakan lid sheet. Lid sheet ini kemudian diproses menggunakan 60 Tons Press Machine, sehingga diperoleh lid drum. Lid drum ini berfungsi sebagai tutup drum.

Pada proses pembuatan body drum digunakan raw material berupa body sheet. Body sheet ini kemudian diproses menggunakan Rolling Machine untuk membuatnya menjadi melengkung dan menekuk menjadi 6 sisi. Kemudian diproses lebih lanjut menggunakan Seam Welding Machine untuk menyambungkan kedua ujung sheet sehingga menjadi berbentuk prisma heksagonal. Kemudian diproses lebih lanjut menggunakan Flanging Machine untuk membuat lekukan di kedua ujungnya. Kemudian diproses lebih lanjut menggunakan Corrugating Machine untuk membuat alur-alur pada dinding drum, sehingga diperoleh body drum.



Top cover dan bottom cover yang sudah jadi kemudian disambungkan ke body drum dengan menggunakan Double Seaming Machine. Setelah tersambung, drum ini kemudian dites bocor-tidaknya menggunakan Leakage Tester Machine. Setelah itu, kemudian drum dimasukkan ke Painting Machine untuk dicat warna hitam polos. Setelah itu, drum dikeringkan dengan menggunakan Drying Machine. Drum yang sudah kering kemudian dipasang lid drum, sehingga diperoleh ready drum.

Alur proses pembuatan drum bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 5:1 Proses Pembuatan Drum Heksagonal

## 5.2. Handling Drum Heksagonal

Setelah melakukan pengamatan di lapangan, handling drum Heksagonal bisa menggunakan forklift yang sama dengan handling drum konvensional yaitu menggunakan peralatan tambahan yang bernama Drum Gripper.



Cara kerja Drum Gripper adalah menggunakan besi yang diturunkan dan direkatkan secara kuat pada badan drum, sehingga dapat diangkat ke atas ataupun dipindahkan. Penggunaan Drum Gripper tergolong mudah, hanya dengan menyelipkan garpu forklift ke dalam pangkal gripper untuk dapat diangkat tanpa merubah posisi truck. Drum Gripper juga memiliki daya cengkram yang kuat sehingga dapat memudahkan operator dalam kegiatan penataan drum di atas rak-rak tinggi tanpa takut terjadi slip dan drum tersebut akan secara otomatis terlepas pada saat menurunkan garpu.



Gambar 5:2 Drum Gripper

Kapasitas berat maksimal yang dapat di-handling oleh Drum Gripper mencapai 350 hingga 500 Kg. Artinya, Drum Gripper bisa juga digunakan untuk handling drum heksagonal bermuatan aspal yang beratnya 155 Kg.



Gambar 5:3 Handling Drum dengan Forklift yang dilengkapi Drum Gripper



Selain dengan drum gripper, drum heksagonal bisa juga dihandle secara manual dengan drum trucks atau drum lifter seperti yang ada pada gambar di bawah ini. Peralatan manual ini lebih tepat jika digunakan untuk handling drum di lapangan atau ketika tidak tersedia forklift.



Gambar 5:4 Drum Trucks dan Drum Lifter

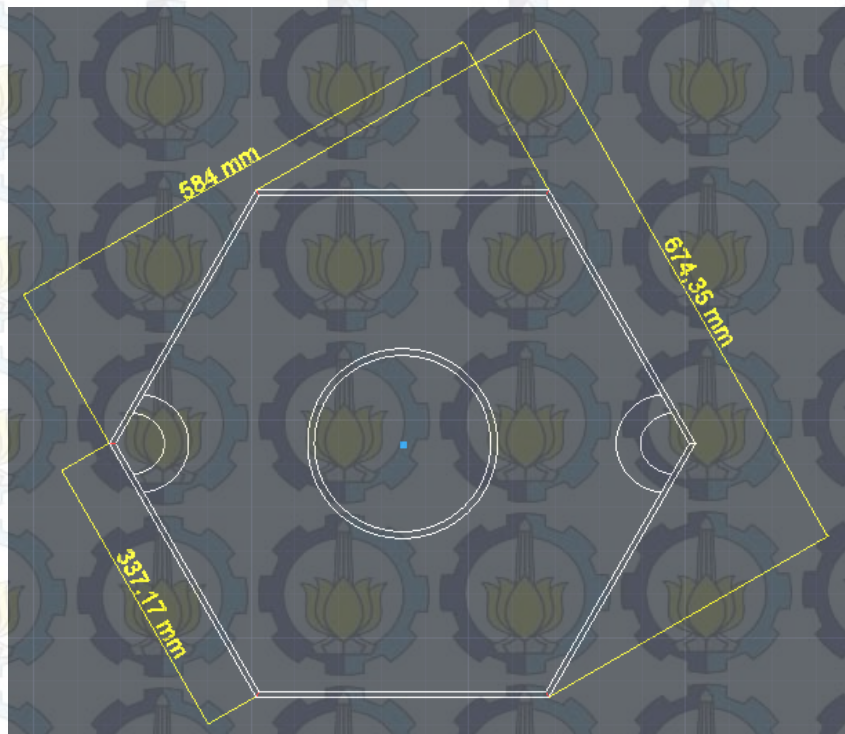
### 5.3. Model Drum Heksagonal

Model drum heksagonal digambar dengan menggunakan software *auto cad 2014*. Model yang dibuat masih berupa konsep dan belum detail. Pembuatan ini hanya sebagai visual bentuk drum dari tampak atas dan samping. Berikut ini hasil desain konsep dan dimensi drum. Dimensi drum heksagonal yang ada pada tabel di bawah ini didapat sewaktu menghitung perbandingan *broken stowage* dengan drum konvensional. Kemudian untuk desain yang tersaji di bawah ini adalah drum heksagonal tampak atas dan tampak samping.

Tabel 5:2 Dimensi Drum Heksagonal

Dimensi Drum Heksagonal		
Panjang diagonal	674,345	mm
Panjang sisi	337,173	mm
Tinggi	794,041	mm
Lebar	584	mm
Luas alas	295.363	mm
Volume	234.530.569	mm <sup>3</sup>





Gambar 5:5 Drum Heksagonal Tampak Atas



Gambar 5:6 Drum Heksagonal Tampak Samping



## Bab 6. Kesimpulan dan Saran

### 6.1. Kesimpulan

Beberapa hal penting yang dapat dijadikan kesimpulan pada penelitian ini adalah:

- 1) Permintaan drum untuk mengangkut aspal di kawasan Indonesia Timur: Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat dan Papua sangat potensial. Ini terlihat dari persentase jalan rusak dan perkiraan pertambahan panjang jalan serta pertambahan infrastruktur per tahun. Diperkirakan sampai tahun 2028 permintaan drum aspal sebanyak 7.771.880 unit.
- 2) Berdasarkan kombinasi penilaian pemilihan bentuk drum yang dilakukan terhadap *Shipper*, *Shipping*, EMKL, PBM dan Produsen Drum dengan metode AHP, kriteria *broken stowage* merupakan hal yang paling penting dalam kasus pengangkutan drum dengan peti kemas. Kemudian didapatkan pula dua drum yang unggul: posisi pertama heksagonal dan di posisi kedua drum konvensional.
- 3) Penggunaan drum heksagonal di dalam satu peti kemas 20 ft bisa mengurangi *broken stowage* hingga 37 % atau dengan kata lain mampu mengangkut 52 drum lebih banyak daripada penggunaan drum konvensional.
- 4) Untuk kasus pemenuhan permintaan drum aspal di NTT tahun 2009 dengan permisalan 100% komposisi drum heksagonal, biaya produksi drum heksagonal lebih mahal 2,58% daripada drum konvensional. Namun pemakaian drum heksagonal bisa mengurangi biaya transportasi sampai 39% baik untuk transportasi darat maupun transportasi laut.





## 6.2. Saran

Saran bagi yang ingin melanjutkan riset drum heksagonal ini adalah sebagai berikut:

- Lakukan study kelayakan kekuatan struktur drum dengan memperhatikan susunan semua drum di dalam peti kemas.
- Study tentang potensi komoditas lain selain aspal curah



## LAMPIRAN A

### PERHITUNGAN MENCARI DIMENSI DRUM HEKSAGONAL

Drum Konvensional	Dimensi dalam (mm)	Dimensi luar (mm)
Diameter (d)	572	584
Jari-jari (r)	$\frac{1}{2} d$	$\frac{1}{2} d$
	286	292
Tinggi (t)	851	876
Luas Alas (L--A)	$\pi \times r^2$	$\pi \times r^2$
	256.839	267.729
Volume (V)	L--A X t	L--A X t
	218.570.363	234.530.569

Drum Heksagonal	Dimensi dalam (mm)	Dimensi luar (mm)
Panjang Sisi (s)	d silinder = s X $\sqrt{3}$	d silinder = s X $\sqrt{3}$
	$s = \frac{d_{\text{silinder}}}{\sqrt{3}}$	$s = \frac{d_{\text{silinder}}}{\sqrt{3}}$
	330,24	337,17
Panjang Diagonal (p diagonal)	2 x s	
	660,489	674,345
Lebar (l)	$= ((s^2 - (0.5*s)^2)^{0.5})$	$= ((s^2 - (0.5*s)^2)^{0.5}) * 2$
	572	584
Volume (V)	218.570.363	234.530.569

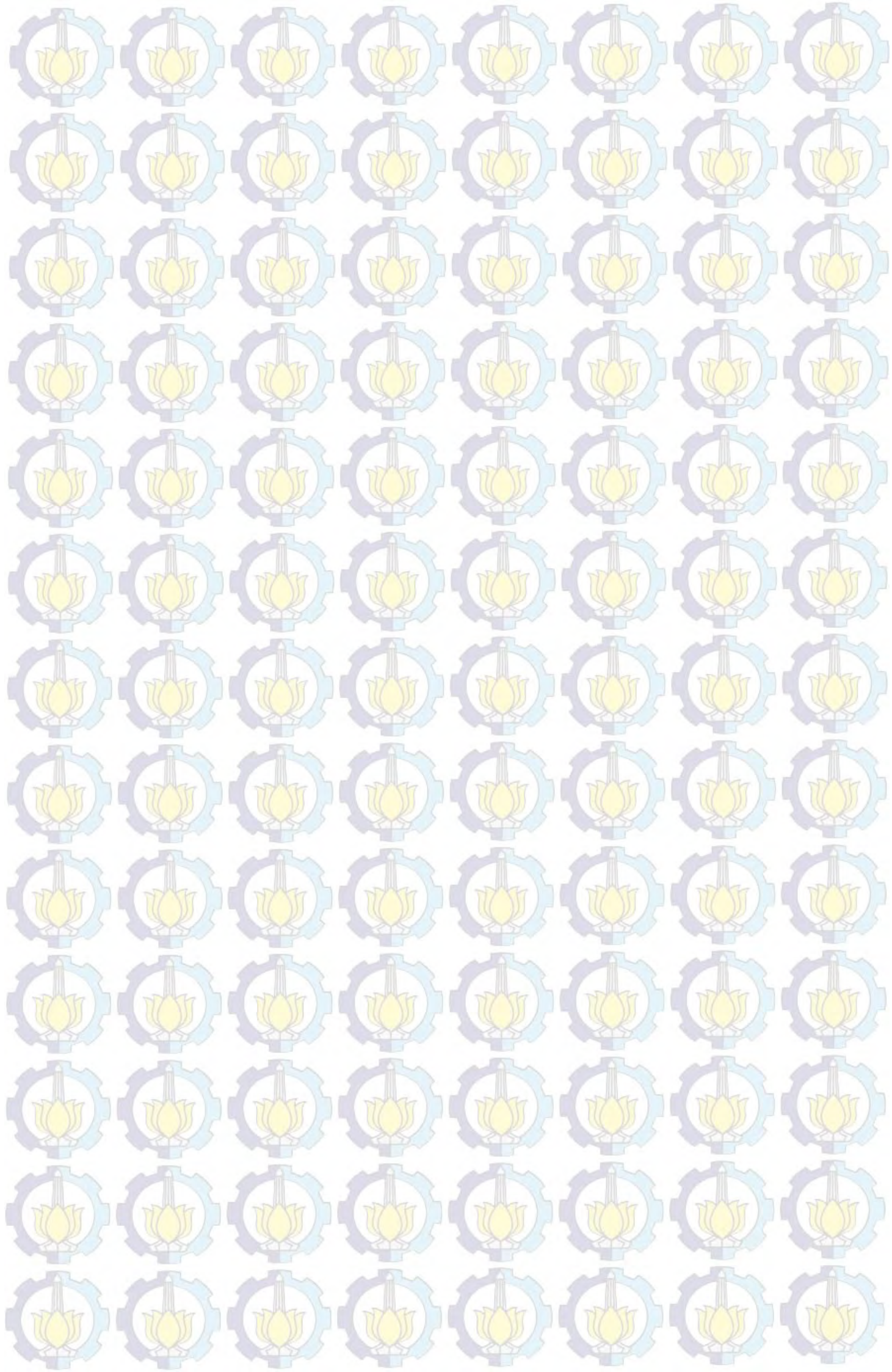


## LAMPIRAN B

### DEMAND ASPAL DI NTB TAHUN 2009-2028

Tahun	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
2009	7.205	1.298	94	48.703	314.211
2010	7.298	1.233	189	49.751	320.973
2011	7.487	1.172	286	50.998	329.022
2012	7.773	1.113	387	52.484	338.605
2013	8.160	1.058	493	54.248	349.985
2014	8.653	1.005	605	56.333	363.439
2015	9.258	954	726	58.786	379.268
2016	9.984	907	856	61.658	397.792
2017	10.840	861	997	65.002	419.367
2018	11.836	818	1.150	68.878	444.377
2019	12.987	777	1.319	73.353	473.248
2020	14.306	739	1.505	78.500	506.453
2021	15.811	702	1.711	84.400	544.513
2022	17.522	667	1.939	91.142	588.010
2023	19.461	633	2.192	98.827	637.591
2024	21.652	602	2.473	107.567	693.979
2025	24.125	571	2.787	117.487	757.981
2026	26.912	543	3.137	128.727	830.499
2027	30.048	516	3.527	141.444	912.543
2028	33.575	490	3.964	155.813	1.005.243





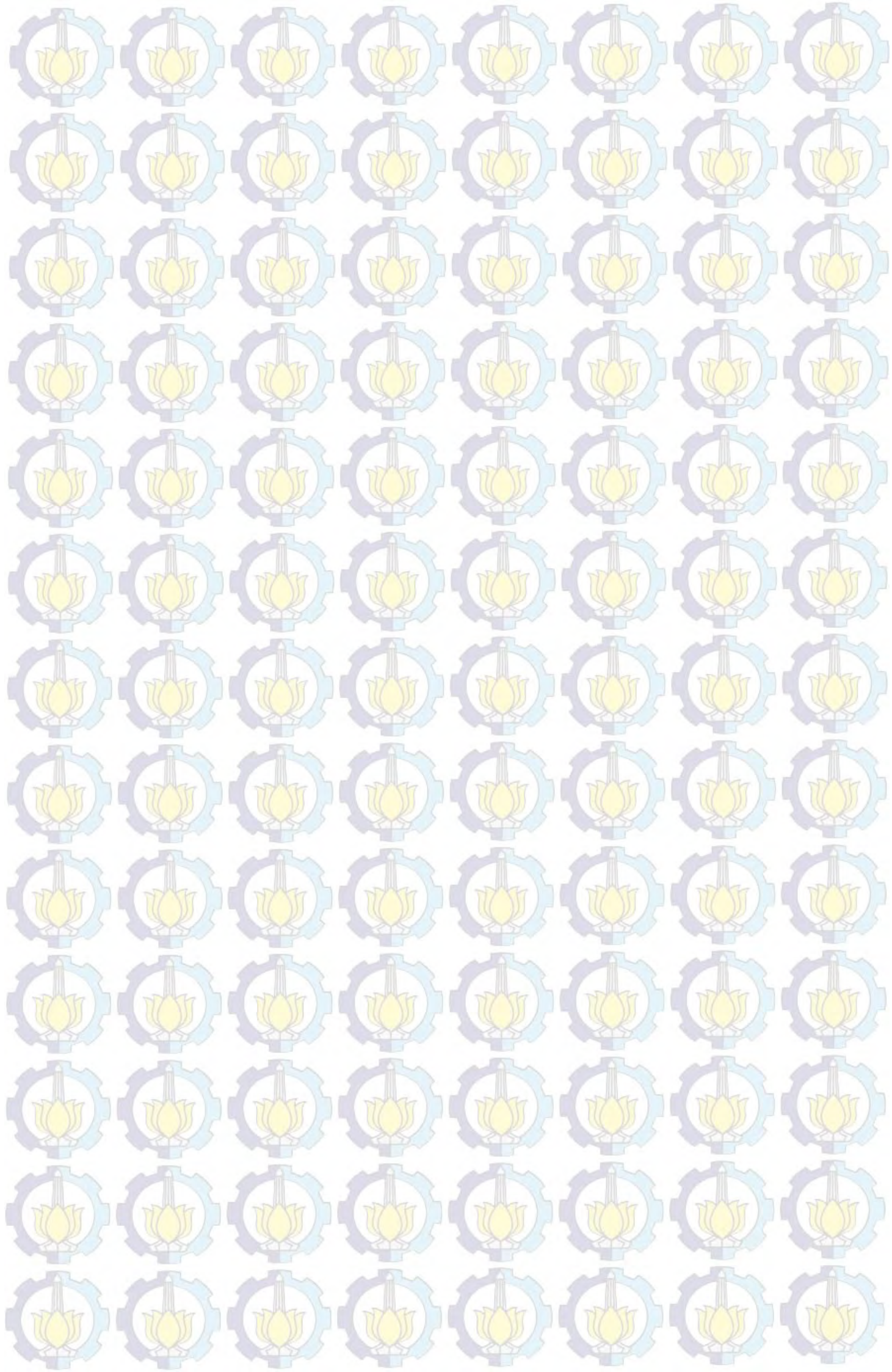


## LAMPIRAN C

### DEMAND ASPAL DI NTT TAHUN 2009-2028

Tahun	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
2009	17.100	4.135	222	152.431	983.423
2010	17.322	3.928	447	153.076	987.589
2011	17.770	3.731	673	154.084	994.089
2012	18.442	3.545	904	155.638	1.004.118
2013	19.346	3.368	1.143	157.825	1.018.227
2014	20.490	3.199	1.395	160.733	1.036.988
2015	21.885	3.039	1.661	164.456	1.061.005
2016	23.546	2.887	1.946	169.093	1.090.920
2017	25.492	2.743	2.252	174.751	1.127.424
2018	27.744	2.606	2.583	181.547	1.171.268
2019	30.327	2.476	2.944	189.606	1.223.267
2020	33.271	2.352	3.338	199.069	1.284.317
2021	36.609	2.234	3.771	210.087	1.355.402
2022	40.380	2.122	4.247	222.830	1.437.610
2023	44.626	2.016	4.772	237.482	1.532.143
2024	49.398	1.916	5.352	254.252	1.640.334
2025	54.750	1.820	5.994	273.368	1.763.665
2026	60.744	1.729	6.706	295.086	1.903.780
2027	67.449	1.642	7.495	319.689	2.062.510
2028	74.944	1.560	8.372	347.493	2.241.892







## LAMPIRAN D

### DEMAND ASPAL DI MALUKU TAHUN 2009-2028

Tahun	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
2009	6.590	2.018	86	73.599	474.832
2010	6.676	1.917	172	73.105	471.646
2011	6.848	1.821	259	72.788	469.598
2012	7.107	1.730	348	72.717	469.139
2013	7.456	1.644	441	72.922	470.467
2014	7.896	1.561	538	73.438	473.794
2015	8.434	1.483	640	74.298	479.342
2016	9.074	1.409	750	75.539	487.348
2017	9.824	1.339	868	77.201	498.070
2018	10.692	1.272	996	79.327	511.787
2019	11.687	1.208	1.135	81.965	528.806
2020	12.822	1.148	1.286	85.167	549.464
2021	14.108	1.090	1.453	88.991	574.134
2022	15.562	1.036	1.637	93.500	603.225
2023	17.198	984	1.839	98.765	637.197
2024	19.037	935	2.062	104.866	676.554
2025	21.099	888	2.310	111.889	721.864
2026	23.409	844	2.584	119.932	773.752
2027	25.994	802	2.889	129.103	832.920
2028	28.882	761	3.226	139.523	900.146



## LAMPIRAN E

### DEMAND ASPAL DI MALUKU UTARA TAHUN 2009-2028

Tahun	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
2009	4.116	1.220	54	44.555	287.451
2010	4.170	1.159	108	44.317	285.917
2011	4.277	1.101	163	44.235	285.388
2012	4.441	1.046	221	44.329	285.991
2013	4.662	994	282	44.619	287.865
2014	4.943	944	346	45.129	291.155
2015	5.289	897	415	45.883	296.021
2016	5.704	852	489	46.909	302.637
2017	6.193	809	569	48.235	311.192
2018	6.762	769	657	49.894	321.900
2019	7.419	730	754	51.924	334.992
2020	8.173	694	860	54.363	350.730
2021	9.033	659	977	57.257	369.403
2022	10.010	626	1.107	60.657	391.335
2023	11.118	595	1.252	64.618	416.890
2024	12.370	565	1.413	69.203	446.471
2025	13.782	537	1.592	74.483	480.534
2026	15.374	510	1.792	80.536	519.587
2027	17.166	485	2.015	87.451	564.201
2028	19.181	460	2.264	95.327	615.015



## LAMPIRAN F

### DEMAND ASPAL DI PAPUA BARAT TAHUN 2009-2028

Tahun	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
2009	5.906	1.730	77	63.212	407.820
2010	5.983	1.644	155	62.907	405.851
2011	6.138	1.561	234	62.824	405.313
2012	6.372	1.483	317	62.990	406.389
2013	6.689	1.409	404	63.438	409.278
2014	7.093	1.339	496	64.199	414.189
2015	7.590	1.272	595	65.310	421.352
2016	8.185	1.208	701	66.807	431.016
2017	8.886	1.148	817	68.736	443.456
2018	9.703	1.090	943	71.141	458.975
2019	10.646	1.036	1.081	74.076	477.908
2020	11.728	984	1.234	77.598	500.631
2021	12.962	935	1.402	81.772	527.559
2022	14.364	888	1.589	86.669	559.157
2023	15.953	844	1.797	92.372	595.946
2024	17.750	801	2.027	98.969	638.507
2025	19.777	761	2.284	106.562	687.494
2026	22.061	723	2.571	115.264	743.636
2027	24.633	687	2.891	125.202	807.752
2028	27.524	653	3.249	136.518	880.761



## LAMPIRAN G

### DEMAND ASPAL DI PAPUA TAHUN 2009-2028

Tahun	Panjang Jalan (Km)	Jalan Rusak Parah (Km)	Pertambahan Jalan (Km)	Kebutuhan Aspal (Ton)	Kebutuhan Aspal (Drum)
2009	13.103	5.891	170	212.062	1.368.142
2010	13.273	5.596	343	207.794	1.340.605
2011	13.616	5.317	520	204.197	1.317.399
2012	14.136	5.051	704	201.326	1.298.877
2013	14.840	4.798	897	199.240	1.285.419
2014	15.736	4.558	1.101	198.004	1.277.442
2015	16.838	4.330	1.320	197.688	1.275.404
2016	18.158	4.114	1.556	198.371	1.279.812
2017	19.714	3.908	1.812	200.141	1.291.229
2018	21.526	3.713	2.092	203.094	1.310.286
2019	23.618	3.527	2.399	207.342	1.337.688
2020	26.018	3.351	2.737	213.005	1.374.224
2021	28.755	3.183	3.111	220.222	1.420.784
2022	31.866	3.024	3.526	229.146	1.478.364
2023	35.392	2.873	3.986	239.953	1.548.086
2024	39.378	2.729	4.498	252.837	1.631.209
2025	43.875	2.593	5.068	268.018	1.729.150
2026	48.943	2.463	5.704	285.743	1.843.503
2027	54.647	2.340	6.415	306.289	1.976.056
2028	61.062	2.223	7.208	329.967	2.128.822



## LAMPIRAN H

### Penurunan Biaya Transportasi Laut Jika Komposisi Drum Heksagonal 100%

Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Kapal (unit)		Freight	Biaya Angkut		
		Drum Konvensioal	Drum Heksagonal		0% Heksagonal=100% Konvensional	100% Heksagonal	
2009	983.423	26	16	Rp 5.500.000	Rp 143.729.388	Rp 87.108.720	
2010	987.589	26	16	Rp 5.747.500	Rp 150.833.586	Rp 91.414.294	
2011	994.089	26	16	Rp 5.995.000	Rp 158.364.270	Rp 95.978.346	
2012	1.004.118	27	16	Rp 6.242.500	Rp 166.565.940	Rp 100.949.055	
2013	1.018.227	27	16	Rp 6.490.000	Rp 175.603.080	Rp 106.426.109	
2014	1.036.988	28	17	Rp 6.737.500	Rp 185.658.690	Rp 112.520.418	
2015	1.061.005	28	17	Rp 6.985.000	Rp 196.936.573	Rp 119.355.499	
2016	1.090.920	29	18	Rp 7.232.500	Rp 209.663.995	Rp 127.069.088	
2017	1.127.424	30	18	Rp 7.480.000	Rp 224.094.751	Rp 135.815.001	
2018	1.171.268	31	19	Rp 7.727.500	Rp 240.512.676	Rp 145.765.258	
2019	1.223.267	33	20	Rp 7.975.000	Rp 259.235.648	Rp 157.112.514	
2020	1.284.317	34	21	Rp 8.222.500	Rp 280.620.140	Rp 170.072.812	
2021	1.355.402	36	22	Rp 8.470.000	Rp 305.066.376	Rp 184.888.713	
2022	1.437.610	38	23	Rp 8.717.500	Rp 333.024.165	Rp 201.832.827	
2024	1.640.334	44	26	Rp 9.212.500	Rp 401.561.992	Rp 243.370.904	
2025	1.763.665	47	28	Rp 9.460.000	Rp 443.353.297	Rp 268.698.968	
2026	1.903.780	51	31	Rp 9.707.500	Rp 491.096.568	Rp 297.634.284	
2027	2.062.510	55	33	Rp 9.955.000	Rp 545.607.148	Rp 330.670.999	
2028	2.241.892	60	36	Rp 10.202.500	Rp 607.804.613	Rp 368.366.432	



## LAMPIRAN I

### Penurunan Biaya Transportasi Laut Jika Komposisi Drum Heksagonal 10%

Heksagonal 10%							
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Kapal (unit)		Freight	Biaya Angkut		10% Heksagonal
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal	
2009	983.423	24	2	Rp 5.500.000	Rp 129.356.449	Rp 8.710.872	Rp 138.067.321
2010	987.589	24	2	Rp 5.747.500	Rp 135.750.227	Rp 9.141.429	Rp 144.891.657
2011	994.089	24	2	Rp 5.995.000	Rp 142.527.843	Rp 9.597.835	Rp 152.125.678
2012	1.004.118	24	2	Rp 6.242.500	Rp 149.909.346	Rp 10.094.905	Rp 160.004.252
2013	1.018.227	24	2	Rp 6.490.000	Rp 158.042.772	Rp 10.642.611	Rp 168.685.383
2014	1.036.988	25	2	Rp 6.737.500	Rp 167.092.821	Rp 11.252.042	Rp 178.344.863
2015	1.061.005	25	2	Rp 6.985.000	Rp 177.242.916	Rp 11.935.550	Rp 189.178.465
2016	1.090.920	26	2	Rp 7.232.500	Rp 188.697.596	Rp 12.706.909	Rp 201.404.505
2017	1.127.424	27	2	Rp 7.480.000	Rp 201.685.276	Rp 13.581.500	Rp 215.266.776
2018	1.171.268	28	2	Rp 7.727.500	Rp 216.461.408	Rp 14.576.526	Rp 231.037.934
2019	1.223.267	29	2	Rp 7.975.000	Rp 233.312.083	Rp 15.711.251	Rp 249.023.334
2020	1.284.317	31	2	Rp 8.222.500	Rp 252.558.126	Rp 17.007.281	Rp 269.565.407
2021	1.355.402	32	2	Rp 8.470.000	Rp 274.559.738	Rp 18.488.871	Rp 293.048.610
2022	1.437.610	34	2	Rp 8.717.500	Rp 299.721.749	Rp 20.183.283	Rp 319.905.031
2024	1.640.334	39	3	Rp 9.212.500	Rp 361.405.793	Rp 24.337.090	Rp 385.742.883
2025	1.763.665	42	3	Rp 9.460.000	Rp 399.017.967	Rp 26.869.897	Rp 425.887.864
2026	1.903.780	46	3	Rp 9.707.500	Rp 441.986.911	Rp 29.763.428	Rp 471.750.339
2027	2.062.510	49	3	Rp 9.955.000	Rp 491.046.434	Rp 33.067.100	Rp 524.113.534
2028	2.241.892	54	4	Rp 10.202.500	Rp 547.024.152	Rp 36.836.643	Rp 583.860.795



## LAMPIRAN J

### Penurunan Biaya Transportasi Laut Jika Komposisi Drum Heksagonal 15%

Heksagonal 15%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Kapal (unit)		Freight	Biaya Angkut		15% Heksagonal		
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal			
2009	983.423	22	2	Rp 5.500.000	Rp 122.169.979	Rp 13.066.308	Rp 135.236.287		
2010	987.589	22	2	Rp 5.747.500	Rp 128.208.548	Rp 13.712.144	Rp 141.920.692		
2011	994.089	22	2	Rp 5.995.000	Rp 134.609.630	Rp 14.396.752	Rp 149.006.382		
2012	1.004.118	23	2	Rp 6.242.500	Rp 141.581.049	Rp 15.142.358	Rp 156.723.407		
2013	1.018.227	23	2	Rp 6.490.000	Rp 149.262.618	Rp 15.963.916	Rp 165.226.534		
2014	1.036.988	23	3	Rp 6.737.500	Rp 157.809.886	Rp 16.878.063	Rp 174.687.949		
2015	1.061.005	24	3	Rp 6.985.000	Rp 167.396.087	Rp 17.903.325	Rp 185.299.412		
2016	1.090.920	25	3	Rp 7.232.500	Rp 178.214.396	Rp 19.060.363	Rp 197.274.759		
2017	1.127.424	25	3	Rp 7.480.000	Rp 190.480.538	Rp 20.372.250	Rp 210.852.789		
2018	1.171.268	26	3	Rp 7.727.500	Rp 204.435.774	Rp 21.864.789	Rp 226.300.563		
2019	1.223.267	28	3	Rp 7.975.000	Rp 220.350.300	Rp 23.566.877	Rp 243.917.177		
2020	1.284.317	29	3	Rp 8.222.500	Rp 238.527.119	Rp 25.510.922	Rp 264.038.041		
2021	1.355.402	31	3	Rp 8.470.000	Rp 259.306.420	Rp 27.733.307	Rp 287.039.727		
2022	1.437.610	32	3	Rp 8.717.500	Rp 283.070.540	Rp 30.274.924	Rp 313.345.464		
2023	1.532.143	35	4	Rp 8.965.000	Rp 310.249.573	Rp 33.181.773	Rp 343.431.345		
2024	1.640.334	37	4	Rp 9.212.500	Rp 341.327.693	Rp 36.505.636	Rp 377.833.329		
2025	1.763.665	40	4	Rp 9.460.000	Rp 376.850.303	Rp 40.304.845	Rp 417.155.148		
2026	1.903.780	43	5	Rp 9.707.500	Rp 417.432.083	Rp 44.645.143	Rp 462.077.225		
2027	2.062.510	47	5	Rp 9.955.000	Rp 463.766.076	Rp 49.600.650	Rp 513.366.726		
2028	2.241.892	51	5	Rp 10.202.500	Rp 516.633.921	Rp 55.254.965	Rp 571.888.886		



## LAMPIRAN K

### Penurunan Biaya Transportasi Laut Jika Komposisi Drum Heksagonal 20%

Heksagonal 20%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Kapal (unit)		Freight	Biaya Angkut		20% Heksagonal		
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal			
2009	983.423	21	3	Rp 5.500.000	Rp 114.983.510	Rp 17.421.744	Rp 132.405.254		
2010	987.589	21	3	Rp 5.747.500	Rp 120.666.869	Rp 18.282.859	Rp 138.949.728		
2011	994.089	21	3	Rp 5.995.000	Rp 126.691.416	Rp 19.195.669	Rp 145.887.085		
2012	1.004.118	21	3	Rp 6.242.500	Rp 133.252.752	Rp 20.189.811	Rp 153.442.563		
2013	1.018.227	22	3	Rp 6.490.000	Rp 140.482.464	Rp 21.285.222	Rp 161.767.686		
2014	1.036.988	22	3	Rp 6.737.500	Rp 148.526.952	Rp 22.504.084	Rp 171.031.035		
2015	1.061.005	23	3	Rp 6.985.000	Rp 157.549.258	Rp 23.871.100	Rp 181.420.358		
2016	1.090.920	23	4	Rp 7.232.500	Rp 167.731.196	Rp 25.413.818	Rp 193.145.014		
2017	1.127.424	24	4	Rp 7.480.000	Rp 179.275.801	Rp 27.163.000	Rp 206.438.801		
2018	1.171.268	25	4	Rp 7.727.500	Rp 192.410.140	Rp 29.153.052	Rp 221.563.192		
2019	1.223.267	26	4	Rp 7.975.000	Rp 207.388.518	Rp 31.422.503	Rp 238.811.021		
2020	1.284.317	27	4	Rp 8.222.500	Rp 224.496.112	Rp 34.014.562	Rp 258.510.674		
2021	1.355.402	29	4	Rp 8.470.000	Rp 244.053.101	Rp 36.977.743	Rp 281.030.843		
2022	1.437.610	31	5	Rp 8.717.500	Rp 266.419.332	Rp 40.366.565	Rp 306.785.897		
2023	1.532.143	33	5	Rp 8.965.000	Rp 291.999.598	Rp 44.242.363	Rp 336.241.961		
2024	1.640.334	35	5	Rp 9.212.500	Rp 321.249.594	Rp 48.674.181	Rp 369.923.774		
2025	1.763.665	37	6	Rp 9.460.000	Rp 354.682.638	Rp 53.739.794	Rp 408.422.431		
2026	1.903.780	40	6	Rp 9.707.500	Rp 392.877.254	Rp 59.526.857	Rp 452.404.111		
2027	2.062.510	44	7	Rp 9.955.000	Rp 436.485.719	Rp 66.134.200	Rp 502.619.919		
2028	2.241.892	48	7	Rp 10.202.500	Rp 486.243.690	Rp 73.673.286	Rp 559.916.977		



## LAMPIRAN L

### Penurunan Biaya Transportasi Laut Jika Komposisi Drum Heksagonal 25%

Heksagonal 25%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Kapal (unit)		Freight	Biaya Angkut		25% Heksagonal		
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal			
2009	983.423	20	4	Rp 5.500.000	Rp 107.797.041	Rp 21.777.180	Rp 129.574.221		
2010	987.589	20	4	Rp 5.747.500	Rp 113.125.189	Rp 22.853.574	Rp 135.978.763		
2011	994.089	20	4	Rp 5.995.000	Rp 118.773.203	Rp 23.994.586	Rp 142.767.789		
2012	1.004.118	20	4	Rp 6.242.500	Rp 124.924.455	Rp 25.237.264	Rp 150.161.719		
2013	1.018.227	20	4	Rp 6.490.000	Rp 131.702.310	Rp 26.606.527	Rp 158.308.837		
2014	1.036.988	21	4	Rp 6.737.500	Rp 139.244.017	Rp 28.130.104	Rp 167.374.122		
2015	1.061.005	21	4	Rp 6.985.000	Rp 147.702.430	Rp 29.838.875	Rp 177.541.304		
2016	1.090.920	22	4	Rp 7.232.500	Rp 157.247.996	Rp 31.767.272	Rp 189.015.268		
2017	1.127.424	22	5	Rp 7.480.000	Rp 168.071.063	Rp 33.953.750	Rp 202.024.814		
2018	1.171.268	23	5	Rp 7.727.500	Rp 180.384.507	Rp 36.441.314	Rp 216.825.821		
2019	1.223.267	24	5	Rp 7.975.000	Rp 194.426.736	Rp 39.278.128	Rp 233.704.864		
2020	1.284.317	26	5	Rp 8.222.500	Rp 210.465.105	Rp 42.518.203	Rp 252.983.308		
2021	1.355.402	27	5	Rp 8.470.000	Rp 228.799.782	Rp 46.222.178	Rp 275.021.960		
2022	1.437.610	29	6	Rp 8.717.500	Rp 249.768.124	Rp 50.458.207	Rp 300.226.331		
2023	1.532.143	31	6	Rp 8.965.000	Rp 273.749.623	Rp 55.302.954	Rp 329.052.577		
2024	1.640.334	33	7	Rp 9.212.500	Rp 301.171.494	Rp 60.842.726	Rp 362.014.220		
2025	1.763.665	35	7	Rp 9.460.000	Rp 332.514.973	Rp 67.174.742	Rp 399.689.715		
2026	1.903.780	38	8	Rp 9.707.500	Rp 368.322.426	Rp 74.408.571	Rp 442.730.997		
2027	2.062.510	41	8	Rp 9.955.000	Rp 409.205.361	Rp 82.667.750	Rp 491.873.111		
2028	2.241.892	45	9	Rp 10.202.500	Rp 455.853.460	Rp 92.091.608	Rp 547.945.068		



## LAMPIRAN M

### Penurunan Biaya Transportasi Laut Jika Komposisi Drum Heksagonal 30%

Heksagonal 30%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Kapal (unit)		Freight	Biaya Angkut		30% Heksagonal		
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal			
2009	983.423	18	5	Rp 5.500.000	Rp 100.610.571	Rp 26.132.616	Rp 126.743.187		
2010	987.589	18	5	Rp 5.747.500	Rp 105.583.510	Rp 27.424.288	Rp 133.007.798		
2011	994.089	18	5	Rp 5.995.000	Rp 110.854.989	Rp 28.793.504	Rp 139.648.493		
2012	1.004.118	19	5	Rp 6.242.500	Rp 116.596.158	Rp 30.284.716	Rp 146.880.875		
2013	1.018.227	19	5	Rp 6.490.000	Rp 122.922.156	Rp 31.927.833	Rp 154.849.989		
2014	1.036.988	19	5	Rp 6.737.500	Rp 129.961.083	Rp 33.756.125	Rp 163.717.208		
2015	1.061.005	20	5	Rp 6.985.000	Rp 137.855.601	Rp 35.806.650	Rp 173.662.251		
2016	1.090.920	20	5	Rp 7.232.500	Rp 146.764.797	Rp 38.120.726	Rp 184.885.523		
2017	1.127.424	21	5	Rp 7.480.000	Rp 156.866.326	Rp 40.744.500	Rp 197.610.826		
2018	1.171.268	22	6	Rp 7.727.500	Rp 168.358.873	Rp 43.729.577	Rp 212.088.450		
2019	1.223.267	23	6	Rp 7.975.000	Rp 181.464.953	Rp 47.133.754	Rp 228.598.707		
2020	1.284.317	24	6	Rp 8.222.500	Rp 196.434.098	Rp 51.021.844	Rp 247.455.942		
2021	1.355.402	25	7	Rp 8.470.000	Rp 213.546.463	Rp 55.466.614	Rp 269.013.077		
2022	1.437.610	27	7	Rp 8.717.500	Rp 233.116.916	Rp 60.549.848	Rp 293.666.764		
2023	1.532.143	28	7	Rp 8.965.000	Rp 255.499.648	Rp 66.363.545	Rp 321.863.193		
2024	1.640.334	31	8	Rp 9.212.500	Rp 281.093.394	Rp 73.011.271	Rp 354.104.666		
2025	1.763.665	33	9	Rp 9.460.000	Rp 310.347.308	Rp 80.609.690	Rp 390.956.998		
2026	1.903.780	35	9	Rp 9.707.500	Rp 343.767.597	Rp 89.290.285	Rp 433.057.883		
2027	2.062.510	38	10	Rp 9.955.000	Rp 381.925.004	Rp 99.201.300	Rp 481.126.304		
2028	2.241.892	42	11	Rp 10.202.500	Rp 425.463.229	Rp 110.509.930	Rp 535.973.159		



## LAMPIRAN N

### Penurunan Biaya Transportasi Darat Jika Komposisi Drum Heksagonal 100%

Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Truck (unit)		Tarif Angkut		Biaya Angkut	
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal			0% Heksagonal = 100% Konvensional	100% Heksagonal
2009	983.423	24.586	14.900	Rp	2.000.000	Rp 49.171.130.129	Rp 29.800.684.927
2010	987.589	24.690	14.963	Rp	2.090.000	Rp 51.601.540.912	Rp 31.273.661.159
2011	994.089	24.852	15.062	Rp	2.180.000	Rp 54.177.856.587	Rp 32.835.064.598
2012	1.004.118	25.103	15.214	Rp	2.270.000	Rp 56.983.722.412	Rp 34.535.589.341
2013	1.018.227	25.456	15.428	Rp	2.360.000	Rp 60.075.410.018	Rp 36.409.339.405
2014	1.036.988	25.925	15.712	Rp	2.450.000	Rp 63.515.525.551	Rp 38.494.257.910
2015	1.061.005	26.525	16.076	Rp	2.540.000	Rp 67.373.791.927	Rp 40.832.601.168
2016	1.090.920	27.273	16.529	Rp	2.630.000	Rp 71.727.958.812	Rp 43.471.490.189
2017	1.127.424	28.186	17.082	Rp	2.720.000	Rp 76.664.851.589	Rp 46.463.546.418
2018	1.171.268	29.282	17.746	Rp	2.810.000	Rp 82.281.572.776	Rp 49.867.619.864
2019	1.223.267	30.582	18.534	Rp	2.900.000	Rp 88.686.871.724	Rp 53.749.619.227
2020	1.284.317	32.108	19.459	Rp	2.990.000	Rp 96.002.700.989	Rp 58.183.455.145
2021	1.355.402	33.885	20.536	Rp	3.080.000	Rp 104.365.980.575	Rp 63.252.109.440
2022	1.437.610	35.940	21.782	Rp	3.170.000	Rp 113.930.594.350	Rp 69.048.845.060
2024	1.640.334	41.008	24.854	Rp	3.350.000	Rp 137.378.008.027	Rp 83.259.398.804
2025	1.763.665	44.092	26.722	Rp	3.440.000	Rp 151.675.193.419	Rp 91.924.359.648
2026	1.903.780	47.595	28.845	Rp	3.530.000	Rp 168.008.600.362	Rp 101.823.394.159
2027	2.062.510	51.563	31.250	Rp	3.620.000	Rp 186.657.165.550	Rp 113.125.554.879
2028	2.241.892	56.047	33.968	Rp	3.710.000	Rp 207.935.483.544	Rp 126.021.505.178



## LAMPIRAN O

### Penurunan Biaya Transportasi Darat Jika Komposisi Drum Heksagonal 10%

Heksagonal 10%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Truck (unit)		Tarif Angkut	Biaya Angkut		10% Heksagonal		
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal			
2009	983.423	22.127	1.490	Rp 2.000.000	Rp 44.254.017.116	Rp 2.980.068.493	Rp 47.234.085.609		
2010	987.589	22.221	1.496	Rp 2.090.000	Rp 46.441.386.821	Rp 3.127.366.116	Rp 49.568.752.937		
2011	994.089	22.367	1.506	Rp 2.180.000	Rp 48.760.070.928	Rp 3.283.506.460	Rp 52.043.577.388		
2012	1.004.118	22.593	1.521	Rp 2.270.000	Rp 51.285.350.171	Rp 3.453.558.934	Rp 54.738.909.105		
2013	1.018.227	22.910	1.543	Rp 2.360.000	Rp 54.067.869.016	Rp 3.640.933.940	Rp 57.708.802.956		
2014	1.036.988	23.332	1.571	Rp 2.450.000	Rp 57.163.972.996	Rp 3.849.425.791	Rp 61.013.398.787		
2015	1.061.005	23.873	1.608	Rp 2.540.000	Rp 60.636.412.734	Rp 4.083.260.117	Rp 64.719.672.851		
2016	1.090.920	24.546	1.653	Rp 2.630.000	Rp 64.555.162.931	Rp 4.347.149.019	Rp 68.902.311.950		
2017	1.127.424	25.367	1.708	Rp 2.720.000	Rp 68.998.366.430	Rp 4.646.354.642	Rp 73.644.721.072		
2018	1.171.268	26.354	1.775	Rp 2.810.000	Rp 74.053.415.499	Rp 4.986.761.986	Rp 79.040.177.485		
2019	1.223.267	27.524	1.853	Rp 2.900.000	Rp 79.818.184.552	Rp 5.374.961.923	Rp 85.193.146.475		
2020	1.284.317	28.897	1.946	Rp 2.990.000	Rp 86.402.430.890	Rp 5.818.345.514	Rp 92.220.776.404		
2021	1.355.402	30.497	2.054	Rp 3.080.000	Rp 93.929.382.518	Rp 6.325.210.944	Rp 100.254.593.462		
2022	1.437.610	32.346	2.178	Rp 3.170.000	Rp 102.537.534.915	Rp 6.904.884.506	Rp 109.442.419.421		
2024	1.640.334	36.908	2.485	Rp 3.350.000	Rp 123.640.207.224	Rp 8.325.939.880	Rp 131.966.147.105		
2025	1.763.665	39.682	2.672	Rp 3.440.000	Rp 136.507.674.078	Rp 9.192.435.965	Rp 145.700.110.042		
2026	1.903.780	42.835	2.885	Rp 3.530.000	Rp 151.207.740.326	Rp 10.182.339.416	Rp 161.390.079.741		
2027	2.062.510	46.406	3.125	Rp 3.620.000	Rp 167.991.448.995	Rp 11.312.555.488	Rp 179.304.004.482		
2028	2.241.892	50.443	3.397	Rp 3.710.000	Rp 187.141.935.190	Rp 12.602.150.518	Rp 199.744.085.708		



## LAMPIRAN P

### Penurunan Biaya Transportasi Darat Jika Komposisi Drum Heksagonal 15%

Heksagonal 15%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Truck (unit)		Tarif Angkut	Biaya Angkut		15% Heksagonal	
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		85% Konvensional	15% Heksagonal		
2009	983.423	20.898	2.235	Rp 2.000.000	Rp 41.795.460.610	Rp 4.470.102.739	Rp 46.265.563.349	
2010	987.589	20.986	2.245	Rp 2.090.000	Rp 43.861.309.775	Rp 4.691.049.174	Rp 48.552.358.949	
2011	994.089	21.124	2.259	Rp 2.180.000	Rp 46.051.178.099	Rp 4.925.259.690	Rp 50.976.437.789	
2012	1.004.118	21.338	2.282	Rp 2.270.000	Rp 48.436.164.050	Rp 5.180.338.401	Rp 53.616.502.451	
2013	1.018.227	21.637	2.314	Rp 2.360.000	Rp 51.064.098.515	Rp 5.461.400.911	Rp 56.525.499.426	
2014	1.036.988	22.036	2.357	Rp 2.450.000	Rp 53.988.196.718	Rp 5.774.138.686	Rp 59.762.335.405	
2015	1.061.005	22.546	2.411	Rp 2.540.000	Rp 57.267.723.138	Rp 6.124.890.175	Rp 63.392.613.313	
2016	1.090.920	23.182	2.479	Rp 2.630.000	Rp 60.968.764.990	Rp 6.520.723.528	Rp 67.489.488.519	
2017	1.127.424	23.958	2.562	Rp 2.720.000	Rp 65.165.123.851	Rp 6.969.531.963	Rp 72.134.655.813	
2018	1.171.268	24.889	2.662	Rp 2.810.000	Rp 69.939.336.860	Rp 7.480.142.980	Rp 77.419.479.839	
2019	1.223.267	25.994	2.780	Rp 2.900.000	Rp 75.383.840.966	Rp 8.062.442.884	Rp 83.446.283.850	
2020	1.284.317	27.292	2.919	Rp 2.990.000	Rp 81.602.295.840	Rp 8.727.518.272	Rp 90.329.814.112	
2021	1.355.402	28.802	3.080	Rp 3.080.000	Rp 88.711.083.489	Rp 9.487.816.416	Rp 98.198.899.905	
2022	1.437.610	30.549	3.267	Rp 3.170.000	Rp 96.841.005.197	Rp 10.357.326.759	Rp 107.198.331.956	
2023	1.532.143	32.558	3.482	Rp 3.260.000	Rp 106.139.199.343	Rp 11.351.786.026	Rp 117.490.985.369	
2024	1.640.334	34.857	3.728	Rp 3.350.000	Rp 116.771.306.823	Rp 12.488.909.821	Rp 129.260.216.643	
2025	1.763.665	37.478	4.008	Rp 3.440.000	Rp 128.923.914.407	Rp 13.788.653.947	Rp 142.712.568.354	
2026	1.903.780	40.455	4.327	Rp 3.530.000	Rp 142.807.310.307	Rp 15.273.509.124	Rp 158.080.819.431	
2027	2.062.510	43.828	4.688	Rp 3.620.000	Rp 158.658.590.717	Rp 16.968.833.232	Rp 175.627.423.949	
2028	2.241.892	47.640	5.095	Rp 3.710.000	Rp 176.745.161.013	Rp 18.903.225.777	Rp 195.648.386.790	



## LAMPIRAN Q

### Penurunan Biaya Transportasi Darat Jika Komposisi Drum Heksagonal 20%

Heksagonal 20%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Truck (unit)		Tarif Angkut	Biaya Angkut		20% Heksagonal	
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		80% Konvensional	20% Heksagonal		
2009	983.423	19.668	2.980	Rp 2.000.000	Rp 39.336.904.103	Rp 5.960.136.985	Rp	45.297.041.089
2010	987.589	19.752	2.993	Rp 2.090.000	Rp 41.281.232.730	Rp 6.254.732.232	Rp	47.535.964.961
2011	994.089	19.882	3.012	Rp 2.180.000	Rp 43.342.285.270	Rp 6.567.012.920	Rp	49.909.298.189
2012	1.004.118	20.082	3.043	Rp 2.270.000	Rp 45.586.977.930	Rp 6.907.117.868	Rp	52.494.095.798
2013	1.018.227	20.365	3.086	Rp 2.360.000	Rp 48.060.328.014	Rp 7.281.867.881	Rp	55.342.195.895
2014	1.036.988	20.740	3.142	Rp 2.450.000	Rp 50.812.420.441	Rp 7.698.851.582	Rp	58.511.272.023
2015	1.061.005	21.220	3.215	Rp 2.540.000	Rp 53.899.033.542	Rp 8.166.520.234	Rp	62.065.553.775
2016	1.090.920	21.818	3.306	Rp 2.630.000	Rp 57.382.367.050	Rp 8.694.298.038	Rp	66.076.665.087
2017	1.127.424	22.548	3.416	Rp 2.720.000	Rp 61.331.881.271	Rp 9.292.709.284	Rp	70.624.590.555
2018	1.171.268	23.425	3.549	Rp 2.810.000	Rp 65.825.258.221	Rp 9.973.523.973	Rp	75.798.782.194
2019	1.223.267	24.465	3.707	Rp 2.900.000	Rp 70.949.497.380	Rp 10.749.923.845	Rp	81.699.421.225
2020	1.284.317	25.686	3.892	Rp 2.990.000	Rp 76.802.160.791	Rp 11.636.691.029	Rp	88.438.851.820
2021	1.355.402	27.108	4.107	Rp 3.080.000	Rp 83.492.784.460	Rp 12.650.421.888	Rp	96.143.206.348
2022	1.437.610	28.752	4.356	Rp 3.170.000	Rp 91.144.475.480	Rp 13.809.769.012	Rp	104.954.244.492
2023	1.532.143	30.643	4.643	Rp 3.260.000	Rp 99.895.717.028	Rp 15.135.714.701	Rp	115.031.431.730
2024	1.640.334	32.807	4.971	Rp 3.350.000	Rp 109.902.406.421	Rp 16.651.879.761	Rp	126.554.286.182
2025	1.763.665	35.273	5.344	Rp 3.440.000	Rp 121.340.154.736	Rp 18.384.871.930	Rp	139.725.026.665
2026	1.903.780	38.076	5.769	Rp 3.530.000	Rp 134.406.880.289	Rp 20.364.678.832	Rp	154.771.559.121
2027	2.062.510	41.250	6.250	Rp 3.620.000	Rp 149.325.732.440	Rp 22.625.110.976	Rp	171.950.843.415
2028	2.241.892	44.838	6.794	Rp 3.710.000	Rp 166.348.386.836	Rp 25.204.301.036	Rp	191.552.687.871



## LAMPIRAN R

### Penurunan Biaya Transportasi Darat Jika Komposisi Drum Heksagonal 25%

Heksagonal 25%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Truck (unit)		Tarif Angkut	Biaya Angkut		25% Heksagonal	
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		75% Konvensional	25% Heksagonal		
2009	983.423	18.439	3.725	Rp 2.000.000	Rp 36.878.347.597	Rp 7.450.171.232	Rp 44.328.518.828	
2010	987.589	18.517	3.741	Rp 2.090.000	Rp 38.701.155.684	Rp 7.818.415.290	Rp 46.519.570.974	
2011	994.089	18.639	3.765	Rp 2.180.000	Rp 40.633.392.440	Rp 8.208.766.150	Rp 48.842.158.590	
2012	1.004.118	18.827	3.803	Rp 2.270.000	Rp 42.737.791.809	Rp 8.633.897.335	Rp 51.371.689.144	
2013	1.018.227	19.092	3.857	Rp 2.360.000	Rp 45.056.557.513	Rp 9.102.334.851	Rp 54.158.892.365	
2014	1.036.988	19.444	3.928	Rp 2.450.000	Rp 47.636.644.163	Rp 9.623.564.477	Rp 57.260.208.641	
2015	1.061.005	19.894	4.019	Rp 2.540.000	Rp 50.530.343.945	Rp 10.208.150.292	Rp 60.738.494.237	
2016	1.090.920	20.455	4.132	Rp 2.630.000	Rp 53.795.969.109	Rp 10.867.872.547	Rp 64.663.841.656	
2017	1.127.424	21.139	4.271	Rp 2.720.000	Rp 57.498.638.692	Rp 11.615.886.604	Rp 69.114.525.296	
2018	1.171.268	21.961	4.437	Rp 2.810.000	Rp 61.711.179.582	Rp 12.466.904.966	Rp 74.178.084.548	
2019	1.223.267	22.936	4.634	Rp 2.900.000	Rp 66.515.153.793	Rp 13.437.404.807	Rp 79.952.558.600	
2020	1.284.317	24.081	4.865	Rp 2.990.000	Rp 72.002.025.741	Rp 14.545.863.786	Rp 86.547.889.528	
2021	1.355.402	25.414	5.134	Rp 3.080.000	Rp 78.274.485.432	Rp 15.813.027.360	Rp 94.087.512.791	
2022	1.437.610	26.955	5.445	Rp 3.170.000	Rp 85.447.945.762	Rp 17.262.211.265	Rp 102.710.157.027	
2023	1.532.143	28.728	5.804	Rp 3.260.000	Rp 93.652.234.714	Rp 18.919.643.377	Rp 112.571.878.091	
2024	1.640.334	30.756	6.213	Rp 3.350.000	Rp 103.033.506.020	Rp 20.814.849.701	Rp 123.848.355.721	
2025	1.763.665	33.069	6.681	Rp 3.440.000	Rp 113.756.395.065	Rp 22.981.089.912	Rp 136.737.484.977	
2026	1.903.780	35.696	7.211	Rp 3.530.000	Rp 126.006.450.271	Rp 25.455.848.540	Rp 151.462.298.811	
2027	2.062.510	38.672	7.813	Rp 3.620.000	Rp 139.992.874.162	Rp 28.281.388.720	Rp 168.274.262.882	
2028	2.241.892	42.035	8.492	Rp 3.710.000	Rp 155.951.612.658	Rp 31.505.376.295	Rp 187.456.988.953	



## LAMPIRAN S

### Penurunan Biaya Transportasi Darat Jika Komposisi Drum Heksagonal 30%

Heksagonal 30%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan Truck (unit)		Tarif Angkut	Biaya Angkut		30% Heksagonal	
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		70% Konvensional	30% Heksagonal		
2009	983.423	17.210	4.470	Rp 2.000.000	Rp 34.419.791.090	Rp 8.940.205.478	Rp	43.359.996.568
2010	987.589	17.283	4.489	Rp 2.090.000	Rp 36.121.078.638	Rp 9.382.098.348	Rp	45.503.176.986
2011	994.089	17.397	4.519	Rp 2.180.000	Rp 37.924.499.611	Rp 9.850.519.379	Rp	47.775.018.990
2012	1.004.118	17.572	4.564	Rp 2.270.000	Rp 39.888.605.688	Rp 10.360.676.802	Rp	50.249.282.491
2013	1.018.227	17.819	4.628	Rp 2.360.000	Rp 42.052.787.012	Rp 10.922.801.821	Rp	52.975.588.834
2014	1.036.988	18.147	4.714	Rp 2.450.000	Rp 44.460.867.886	Rp 11.548.277.373	Rp	56.009.145.258
2015	1.061.005	18.568	4.823	Rp 2.540.000	Rp 47.161.654.349	Rp 12.249.780.350	Rp	59.411.434.699
2016	1.090.920	19.091	4.959	Rp 2.630.000	Rp 50.209.571.168	Rp 13.041.447.057	Rp	63.251.018.225
2017	1.127.424	19.730	5.125	Rp 2.720.000	Rp 53.665.396.112	Rp 13.939.063.925	Rp	67.604.460.037
2018	1.171.268	20.497	5.324	Rp 2.810.000	Rp 57.597.100.943	Rp 14.960.285.959	Rp	72.557.386.903
2019	1.223.267	21.407	5.560	Rp 2.900.000	Rp 62.080.810.207	Rp 16.124.885.768	Rp	78.205.695.975
2020	1.284.317	22.476	5.838	Rp 2.990.000	Rp 67.201.890.692	Rp 17.455.036.543	Rp	84.656.927.235
2021	1.355.402	23.720	6.161	Rp 3.080.000	Rp 73.056.186.403	Rp 18.975.632.832	Rp	92.031.819.235
2022	1.437.610	25.158	6.535	Rp 3.170.000	Rp 79.751.416.045	Rp 20.714.653.518	Rp	100.466.069.563
2023	1.532.143	26.813	6.964	Rp 3.260.000	Rp 87.408.752.400	Rp 22.703.572.052	Rp	110.112.324.452
2024	1.640.334	28.706	7.456	Rp 3.350.000	Rp 96.164.605.619	Rp 24.977.819.641	Rp	121.142.425.260
2025	1.763.665	30.864	8.017	Rp 3.440.000	Rp 106.172.635.394	Rp 27.577.307.894	Rp	133.749.943.288
2026	1.903.780	33.316	8.654	Rp 3.530.000	Rp 117.606.020.253	Rp 30.547.018.248	Rp	148.153.038.501
2027	2.062.510	36.094	9.375	Rp 3.620.000	Rp 130.660.015.885	Rp 33.937.666.464	Rp	164.597.682.348
2028	2.241.892	39.233	10.190	Rp 3.710.000	Rp 145.554.838.481	Rp 37.806.451.554	Rp	183.361.290.035



## LAMPIRAN T

### Kenaikan Biaya Produksi Jika Drum Heksagonal 10%

Heksagonal 10%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan plat (unit)		Harga satu Plat	Biaya Fabrikasi		10% Heksagonal		
		Drum Konvensioal	Drum Heksagonal		90% Konvensional	10% Heksagonal			
2009	983.423	636.822	72.584	Rp 244.965	Rp 155.999.215.363	Rp 17.780.517.893	Rp 173.779.733.255		
2010	987.589	639.521	72.891	Rp 255.988	Rp 163.709.881.645	Rp 18.659.366.158	Rp 182.369.247.803		
2011	994.089	643.730	73.371	Rp 267.012	Rp 171.883.442.488	Rp 19.590.974.336	Rp 191.474.416.824		
2012	1.004.118	650.224	74.111	Rp 278.035	Rp 180.785.268.945	Rp 20.605.588.956	Rp 201.390.857.902		
2013	1.018.227	659.360	75.153	Rp 289.059	Rp 190.593.887.120	Rp 21.723.558.111	Rp 212.317.445.231		
2014	1.036.988	671.509	76.537	Rp 300.082	Rp 201.507.919.856	Rp 22.967.520.485	Rp 224.475.440.341		
2015	1.061.005	687.061	78.310	Rp 311.106	Rp 213.748.568.500	Rp 24.362.688.222	Rp 238.111.256.722		
2016	1.090.920	706.433	80.518	Rp 322.129	Rp 227.562.499.883	Rp 25.937.175.976	Rp 253.499.675.859		
2017	1.127.424	730.072	83.212	Rp 333.152	Rp 243.225.174.251	Rp 27.722.380.223	Rp 270.947.554.474		
2018	1.171.268	758.463	86.448	Rp 344.176	Rp 261.044.656.859	Rp 29.753.413.704	Rp 290.798.070.562		
2019	1.223.267	792.136	90.286	Rp 355.199	Rp 281.365.963.436	Rp 32.069.600.707	Rp 313.435.564.143		
2020	1.284.317	831.669	94.792	Rp 366.223	Rp 304.575.997.900	Rp 34.715.039.866	Rp 339.291.037.766		
2021	1.355.402	877.701	100.039	Rp 377.246	Rp 331.109.149.568	Rp 37.739.242.115	Rp 368.848.391.683		
2022	1.437.610	930.935	106.106	Rp 388.270	Rp 361.453.626.908	Rp 41.197.852.603	Rp 402.651.479.512		
2023	1.532.143	992.150	113.084	Rp 399.293	Rp 396.158.615.676	Rp 45.153.466.561	Rp 441.312.082.237		
2024	1.640.334	1.062.210	121.069	Rp 410.316	Rp 435.842.361.240	Rp 49.676.550.517	Rp 485.518.911.756		
2025	1.763.665	1.142.074	130.172	Rp 421.340	Rp 481.201.288.262	Rp 54.846.481.735	Rp 536.047.769.997		
2026	1.903.780	1.232.807	140.513	Rp 432.363	Rp 533.020.285.721	Rp 60.752.720.490	Rp 593.773.006.210		
2027	2.062.510	1.335.593	152.229	Rp 443.387	Rp 592.184.301.868	Rp 67.496.131.636	Rp 659.680.433.504		
2028	2.241.892	1.451.753	165.468	Rp 454.410	Rp 659.691.412.295	Rp 75.190.474.086	Rp 734.881.886.381		



## LAMPIRAN U

### Kenaikan Biaya Produksi Jika Drum Heksagonal 15%

Heksagonal 15%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan plat (unit)		Harga satu Plat	Biaya Fabrikasi		15% Heksagonal	
		Drum Konvensioal	Drum Heksagonal		85% Konvensional	15% Heksagonal		
2009	983.423	601.443	108.876	Rp 244.965	Rp 147.332.592.287	Rp 26.670.776.839	Rp 174.003.369.126	
2010	987.589	603.992	109.337	Rp 255.988	Rp 154.614.888.220	Rp 27.989.049.237	Rp 182.603.937.457	
2011	994.089	607.967	110.057	Rp 267.012	Rp 162.334.362.350	Rp 29.386.461.504	Rp 191.720.823.854	
2012	1.004.118	614.101	111.167	Rp 278.035	Rp 170.741.642.893	Rp 30.908.383.434	Rp 201.650.026.327	
2013	1.018.227	622.729	112.729	Rp 289.059	Rp 180.005.337.835	Rp 32.585.337.167	Rp 212.590.675.002	
2014	1.036.988	634.203	114.806	Rp 300.082	Rp 190.313.035.420	Rp 34.451.280.728	Rp 224.764.316.148	
2015	1.061.005	648.891	117.465	Rp 311.106	Rp 201.873.648.028	Rp 36.544.032.333	Rp 238.417.680.361	
2016	1.090.920	667.187	120.777	Rp 322.129	Rp 214.920.138.778	Rp 38.905.763.963	Rp 253.825.902.742	
2017	1.127.424	689.512	124.818	Rp 333.152	Rp 229.712.664.570	Rp 41.583.570.335	Rp 271.296.234.905	
2018	1.171.268	716.326	129.672	Rp 344.176	Rp 246.542.175.922	Rp 44.630.120.555	Rp 291.172.296.477	
2019	1.223.267	748.128	135.429	Rp 355.199	Rp 265.734.521.023	Rp 48.104.401.061	Rp 313.838.922.083	
2020	1.284.317	785.465	142.188	Rp 366.223	Rp 287.655.109.127	Rp 52.072.559.799	Rp 339.727.668.927	
2021	1.355.402	828.940	150.058	Rp 377.246	Rp 312.714.196.814	Rp 56.608.863.173	Rp 369.323.059.987	
2022	1.437.610	879.216	159.159	Rp 388.270	Rp 341.372.869.858	Rp 61.796.778.905	Rp 403.169.648.763	
2023	1.532.143	937.031	169.625	Rp 399.293	Rp 374.149.803.694	Rp 67.730.199.842	Rp 441.880.003.536	
2024	1.640.334	1.003.199	181.603	Rp 410.316	Rp 411.628.896.726	Rp 74.514.825.775	Rp 486.143.722.501	
2025	1.763.665	1.078.626	195.257	Rp 421.340	Rp 454.467.883.359	Rp 82.269.722.602	Rp 536.737.605.961	
2026	1.903.780	1.164.317	210.770	Rp 432.363	Rp 503.408.047.625	Rp 91.129.080.735	Rp 594.537.128.360	
2027	2.062.510	1.261.394	228.343	Rp 443.387	Rp 559.285.173.986	Rp 101.244.197.454	Rp 660.529.371.441	
2028	2.241.892	1.371.101	248.202	Rp 454.410	Rp 623.041.889.390	Rp 112.785.711.128	Rp 735.827.600.518	



## LAMPIRAN V

### Kenaikan Biaya Produksi Jika Drum Heksagonal 20%

Heksagonal 20%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan plat (unit)		Harga satu Plat	Biaya Fabrikasi		20% Heksagonal	
		Drum Konvensioal	Drum Heksagonal		80% Konvensional	20% Heksagonal		
2009	983.423	566.064	145.168	Rp 244.965	Rp 138.665.969.211	Rp 35.561.035.786	Rp 174.227.004.997	
2010	987.589	568.463	145.783	Rp 255.988	Rp 145.519.894.795	Rp 37.318.732.316	Rp 182.838.627.112	
2011	994.089	572.204	146.742	Rp 267.012	Rp 152.785.282.212	Rp 39.181.948.673	Rp 191.967.230.884	
2012	1.004.118	577.977	148.223	Rp 278.035	Rp 160.698.016.840	Rp 41.211.177.912	Rp 201.909.194.753	
2013	1.018.227	586.098	150.306	Rp 289.059	Rp 169.416.788.551	Rp 43.447.116.222	Rp 212.863.904.773	
2014	1.036.988	596.897	153.075	Rp 300.082	Rp 179.118.150.983	Rp 45.935.040.971	Rp 225.053.191.954	
2015	1.061.005	610.721	156.620	Rp 311.106	Rp 189.998.727.556	Rp 48.725.376.445	Rp 238.724.104.000	
2016	1.090.920	627.940	161.036	Rp 322.129	Rp 202.277.777.674	Rp 51.874.351.951	Rp 254.152.129.625	
2017	1.127.424	648.953	166.425	Rp 333.152	Rp 216.200.154.890	Rp 55.444.760.446	Rp 271.644.915.336	
2018	1.171.268	674.189	172.897	Rp 344.176	Rp 232.039.694.985	Rp 59.506.827.407	Rp 291.546.522.393	
2019	1.223.267	704.121	180.572	Rp 355.199	Rp 250.103.078.610	Rp 64.139.201.414	Rp 314.242.280.024	
2020	1.284.317	739.261	189.584	Rp 366.223	Rp 270.734.220.355	Rp 69.430.079.732	Rp 340.164.300.088	
2021	1.355.402	780.178	200.078	Rp 377.246	Rp 294.319.244.060	Rp 75.478.484.231	Rp 369.797.728.291	
2022	1.437.610	827.498	212.213	Rp 388.270	Rp 321.292.112.808	Rp 82.395.705.206	Rp 403.687.818.014	
2023	1.532.143	881.911	226.167	Rp 399.293	Rp 352.140.991.712	Rp 90.306.933.122	Rp 442.447.924.834	
2024	1.640.334	944.187	242.138	Rp 410.316	Rp 387.415.432.213	Rp 99.353.101.033	Rp 486.768.533.246	
2025	1.763.665	1.015.177	260.343	Rp 421.340	Rp 427.734.478.455	Rp 109.692.963.470	Rp 537.427.441.925	
2026	1.903.780	1.095.828	281.026	Rp 432.363	Rp 473.795.809.530	Rp 121.505.440.979	Rp 595.301.250.509	
2027	2.062.510	1.187.194	304.457	Rp 443.387	Rp 526.386.046.105	Rp 134.992.263.272	Rp 661.378.309.377	
2028	2.241.892	1.290.448	330.937	Rp 454.410	Rp 586.392.366.485	Rp 150.380.948.171	Rp 736.773.314.656	



## LAMPIRAN W

### Kenaikan Biaya Produksi Jika Drum Heksagonal 25%

Heksagonal 25%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan plat (unit)		Harga satu Plat	Biaya Fabrikasi		25% Heksagonal	
		Drum Konvensional	Drum Heksagonal		75% Konvensional	25% Heksagonal		
2009	983.423	530.685	181.460	Rp 244.965	Rp 129.999.346.135	Rp 44.451.294.732	Rp 174.450.640.868	
2010	987.589	532.934	182.229	Rp 255.988	Rp 136.424.901.371	Rp 46.648.415.395	Rp 183.073.316.766	
2011	994.089	536.441	183.428	Rp 267.012	Rp 143.236.202.073	Rp 48.977.435.841	Rp 192.213.637.914	
2012	1.004.118	541.854	185.279	Rp 278.035	Rp 150.654.390.788	Rp 51.513.972.391	Rp 202.168.363.178	
2013	1.018.227	549.467	187.882	Rp 289.059	Rp 158.828.239.266	Rp 54.308.895.278	Rp 213.137.134.544	
2014	1.036.988	559.591	191.344	Rp 300.082	Rp 167.923.266.547	Rp 57.418.801.214	Rp 225.342.067.760	
2015	1.061.005	572.551	195.775	Rp 311.106	Rp 178.123.807.083	Rp 60.906.720.556	Rp 239.030.527.639	
2016	1.090.920	588.694	201.295	Rp 322.129	Rp 189.635.416.569	Rp 64.842.939.939	Rp 254.478.356.508	
2017	1.127.424	608.393	208.031	Rp 333.152	Rp 202.687.645.209	Rp 69.305.950.558	Rp 271.993.595.767	
2018	1.171.268	632.053	216.121	Rp 344.176	Rp 217.537.214.049	Rp 74.383.534.259	Rp 291.920.748.308	
2019	1.223.267	660.113	225.716	Rp 355.199	Rp 234.471.636.196	Rp 80.174.001.768	Rp 314.645.637.965	
2020	1.284.317	693.057	236.980	Rp 366.223	Rp 253.813.331.583	Rp 86.787.599.665	Rp 340.600.931.248	
2021	1.355.402	731.417	250.097	Rp 377.246	Rp 275.924.291.306	Rp 94.348.105.289	Rp 370.272.396.595	
2022	1.437.610	775.779	265.266	Rp 388.270	Rp 301.211.355.757	Rp 102.994.631.508	Rp 404.205.987.265	
2023	1.532.143	826.792	282.709	Rp 399.293	Rp 330.132.179.730	Rp 112.883.666.403	Rp 443.015.846.133	
2024	1.640.334	885.175	302.672	Rp 410.316	Rp 363.201.967.700	Rp 124.191.376.291	Rp 487.393.343.991	
2025	1.763.665	951.728	325.429	Rp 421.340	Rp 401.001.073.552	Rp 137.116.204.337	Rp 538.117.277.889	
2026	1.903.780	1.027.339	351.283	Rp 432.363	Rp 444.183.571.434	Rp 151.881.801.224	Rp 596.065.372.658	
2027	2.062.510	1.112.995	380.572	Rp 443.387	Rp 493.486.918.223	Rp 168.740.329.091	Rp 662.227.247.314	
2028	2.241.892	1.209.795	413.671	Rp 454.410	Rp 549.742.843.579	Rp 187.976.185.214	Rp 737.719.028.793	



## LAMPIRAN X

### Kenaikan Biaya Produksi Jika Drum Heksagonal 30%

Heksagonal 30%								
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan plat (unit)		Harga satu Plat	Biaya Fabrikasi		30% Heksagonal	
		Drum Konvensioal	Drum Heksagonal		70% Konvensional	30% Heksagonal		
2009	983.423	495.306	217.752	Rp 244.965	Rp 121.332.723.060	Rp 53.341.553.679	Rp 174.674.276.738	
2010	987.589	497.405	218.674	Rp 255.988	Rp 127.329.907.946	Rp 55.978.098.474	Rp 183.308.006.420	
2011	994.089	500.679	220.114	Rp 267.012	Rp 133.687.121.935	Rp 58.772.923.009	Rp 192.460.044.944	
2012	1.004.118	505.730	222.334	Rp 278.035	Rp 140.610.764.735	Rp 61.816.766.869	Rp 202.427.531.604	
2013	1.018.227	512.836	225.458	Rp 289.059	Rp 148.239.689.982	Rp 65.170.674.333	Rp 213.410.364.315	
2014	1.036.988	522.285	229.612	Rp 300.082	Rp 156.728.382.110	Rp 68.902.561.456	Rp 225.630.943.567	
2015	1.061.005	534.381	234.930	Rp 311.106	Rp 166.248.886.611	Rp 73.088.064.667	Rp 239.336.951.278	
2016	1.090.920	549.448	241.554	Rp 322.129	Rp 176.993.055.464	Rp 77.811.527.927	Rp 254.804.583.391	
2017	1.127.424	567.834	249.637	Rp 333.152	Rp 189.175.135.529	Rp 83.167.140.669	Rp 272.342.276.198	
2018	1.171.268	589.916	259.345	Rp 344.176	Rp 203.034.733.112	Rp 89.260.241.111	Rp 292.294.974.223	
2019	1.223.267	616.105	270.859	Rp 355.199	Rp 218.840.193.783	Rp 96.208.802.122	Rp 315.048.995.905	
2020	1.284.317	646.854	284.376	Rp 366.223	Rp 236.892.442.811	Rp 104.145.119.598	Rp 341.037.562.409	
2021	1.355.402	682.656	300.116	Rp 377.246	Rp 257.529.338.553	Rp 113.217.726.346	Rp 370.747.064.899	
2022	1.437.610	724.060	318.319	Rp 388.270	Rp 281.130.598.707	Rp 123.593.557.809	Rp 404.724.156.516	
2023	1.532.143	771.672	339.251	Rp 399.293	Rp 308.123.367.748	Rp 135.460.399.684	Rp 443.583.767.432	
2024	1.640.334	826.164	363.207	Rp 410.316	Rp 338.988.503.186	Rp 149.029.651.550	Rp 488.018.154.736	
2025	1.763.665	888.280	390.515	Rp 421.340	Rp 374.267.668.648	Rp 164.539.445.204	Rp 538.807.113.853	
2026	1.903.780	958.850	421.539	Rp 432.363	Rp 414.571.333.338	Rp 182.258.161.469	Rp 596.829.494.807	
2027	2.062.510	1.038.795	456.686	Rp 443.387	Rp 460.587.790.342	Rp 202.488.394.909	Rp 663.076.185.250	
2028	2.241.892	1.129.142	496.405	Rp 454.410	Rp 513.093.320.674	Rp 225.571.422.257	Rp 738.664.742.931	



## LAMPIRAN Y

### Kenaikan Biaya Produksi Jika Drum Heksagonal 100%

Heksagonal 100%									
Tahun	Demand Drum ke NTT (Unit)	Kebutuhan plat (unit)		Harga satu Plat	Biaya Fabrikasi			100% Heksagonal	
		Drum Konvensioal	Drum Heksagonal		0% Konvensional	100% Heksagonal			
2009	983.423	-	725.839	Rp 244.965	Rp -	Rp 177.805.178.929	Rp 177.805.178.929		
2010	987.589	-	728.914	Rp 255.988	Rp -	Rp 186.593.661.581	Rp 186.593.661.581		
2011	994.089	-	733.712	Rp 267.012	Rp -	Rp 195.909.743.363	Rp 195.909.743.363		
2012	1.004.118	-	741.114	Rp 278.035	Rp -	Rp 206.055.889.562	Rp 206.055.889.562		
2013	1.018.227	-	751.528	Rp 289.059	Rp -	Rp 217.235.581.111	Rp 217.235.581.111		
2014	1.036.988	-	765.374	Rp 300.082	Rp -	Rp 229.675.204.855	Rp 229.675.204.855		
2015	1.061.005	-	783.100	Rp 311.106	Rp -	Rp 243.626.882.223	Rp 243.626.882.223		
2016	1.090.920	-	805.180	Rp 322.129	Rp -	Rp 259.371.759.756	Rp 259.371.759.756		
2017	1.127.424	-	832.123	Rp 333.152	Rp -	Rp 277.223.802.230	Rp 277.223.802.230		
2018	1.171.268	-	864.483	Rp 344.176	Rp -	Rp 297.534.137.036	Rp 297.534.137.036		
2019	1.223.267	-	902.862	Rp 355.199	Rp -	Rp 320.696.007.072	Rp 320.696.007.072		
2020	1.284.317	-	947.922	Rp 366.223	Rp -	Rp 347.150.398.662	Rp 347.150.398.662		
2021	1.355.402	-	1.000.388	Rp 377.246	Rp -	Rp 377.392.421.154	Rp 377.392.421.154		
2022	1.437.610	-	1.061.063	Rp 388.270	Rp -	Rp 411.978.526.031	Rp 411.978.526.031		
2023	1.532.143	-	1.130.836	Rp 399.293	Rp -	Rp 451.534.665.612	Rp 451.534.665.612		
2024	1.640.334	-	1.210.689	Rp 410.316	Rp -	Rp 496.765.505.166	Rp 496.765.505.166		
2025	1.763.665	-	1.301.716	Rp 421.340	Rp -	Rp 548.464.817.348	Rp 548.464.817.348		
2026	1.903.780	-	1.405.132	Rp 432.363	Rp -	Rp 607.527.204.897	Rp 607.527.204.897		
2027	2.062.510	-	1.522.286	Rp 443.387	Rp -	Rp 674.961.316.362	Rp 674.961.316.362		
2028	2.241.892	-	1.654.683	Rp 454.410	Rp -	Rp 751.904.740.857	Rp 751.904.740.857		



## LAMPIRAN Z

### Perbandingan Biaya Produksi dengan Keuntungan Transportasi

Tahun	Demand	Peningkatan Biaya Pabrikasi	Penurunan Biaya Angkut		Selisih
			Darat	Laut	
2009	983.423	Rp 4.472.717.415	Rp 19.370.445.202	Rp 56.620.668	Rp 14.954.348.455
2010	987.589	Rp 4.693.793.087	Rp 20.327.879.753	Rp 59.419.291	Rp 15.693.505.958
2011	994.089	Rp 4.928.140.599	Rp 21.342.791.989	Rp 62.385.925	Rp 16.477.037.315
2012	1.004.118	Rp 5.183.368.512	Rp 22.448.133.071	Rp 65.616.886	Rp 17.330.381.445
2013	1.018.227	Rp 5.464.595.422	Rp 23.666.070.613	Rp 69.176.971	Rp 18.270.652.162
2014	1.036.988	Rp 5.777.516.126	Rp 25.021.267.641	Rp 73.138.272	Rp 19.316.889.787
2015	1.061.005	Rp 6.128.472.778	Rp 26.541.190.759	Rp 77.581.074	Rp 20.490.299.055
2016	1.090.920	Rp 6.524.537.664	Rp 28.256.468.623	Rp 82.594.907	Rp 21.814.525.866
2017	1.127.424	Rp 6.973.608.618	Rp 30.201.305.171	Rp 88.279.750	Rp 23.315.976.304
2018	1.171.268	Rp 7.484.518.304	Rp 32.413.952.912	Rp 94.747.418	Rp 25.024.182.025
2019	1.223.267	Rp 8.067.158.811	Rp 34.937.252.498	Rp 102.123.134	Rp 26.972.216.821
2020	1.284.317	Rp 8.732.623.218	Rp 37.819.245.844	Rp 110.547.328	Rp 29.197.169.954
2021	1.355.402	Rp 9.493.366.079	Rp 41.113.871.136	Rp 120.177.663	Rp 31.740.682.720
2022	1.437.610	Rp 10.363.385.021	Rp 44.881.749.289	Rp 131.191.338	Rp 34.649.555.606
2023	1.532.143	Rp 11.358.425.972	Rp 49.191.072.779	Rp 143.787.681	Rp 37.976.434.488
2024	1.640.334	Rp 12.496.214.899	Rp 54.118.609.223	Rp 158.191.088	Rp 41.780.585.411
2025	1.763.665	Rp 13.796.719.279	Rp 59.750.833.771	Rp 174.654.329	Rp 46.128.768.821
2026	1.903.780	Rp 15.282.442.985	Rp 66.185.206.203	Rp 193.462.284	Rp 51.096.225.502
2027	2.062.510	Rp 16.978.758.731	Rp 73.531.610.671	Rp 214.936.149	Rp 56.767.788.089
2028	2.241.892	Rp 18.914.282.751	Rp 81.913.978.366	Rp 239.438.181	Rp 63.239.133.796